

**PATENT APPLICATION**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re the Application of

Tsuyoshi KANEKO

Application No.: 10/731,105

Filed: December 10, 2003

Docket No.: 117831

For: CONNECTION STRUCTURE BETWEEN OPTICAL ELEMENT AND OPTICAL FIBER,  
CONNECTION METHOD THEREOF, AND OPTICAL MODULE

**CLAIM FOR PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2003-032406, filed February 10, 2003.

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

☒ is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,



James A. Oliff  
Registration No. 27,075

Eric D. Morehouse  
Registration No. 38,565

JAO:EDM/gam

Date: December 29, 2003

**OLIFF & BERRIDGE, PLC**  
**P.O. Box 19928**  
**Alexandria, Virginia 22320**  
**Telephone: (703) 836-6400**

<p><b>DEPOSIT ACCOUNT USE AUTHORIZATION</b> Please grant any extension necessary for entry; Charge any fee due to our Deposit Account No. 15-0461</p>
---

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日                      2003年 2月10日  
Date of Application:

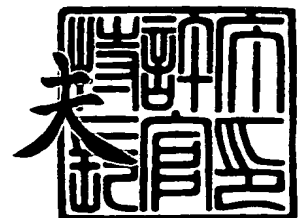
出願番号                      特願2003-032406  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [JP2003-032406]

出願人                      セイコーエプソン株式会社  
Applicant(s):

2003年12月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号    出証特2003-3100663

【書類名】 特許願

【整理番号】 EP-0427301

【提出日】 平成15年 2月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/10

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

    【氏名】 金子 剛

【特許出願人】

    【識別番号】 000002369

    【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100090479

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 井上 一

    【電話番号】 03-5397-0891

【選任した代理人】

    【識別番号】 100090387

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 布施 行夫

    【電話番号】 03-5397-0891

【選任した代理人】

    【識別番号】 100090398

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 大淵 美千栄

    【電話番号】 03-5397-0891

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 039491

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9402500

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光素子と光ファイバとの結合構造、光素子と光ファイバとの結合方法、ならびに光モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学面を含む光素子と、  
光ファイバと、  
前記光ファイバの端面および前記光学面に接合された結合部と、  
を含む、光素子と光ファイバとの結合構造。

【請求項 2】 請求項 1 において、  
前記光ファイバの端面の少なくとも一部が、前記光学面に対向している、光素子と光ファイバとの結合構造。

【請求項 3】 光学面を含む光素子と、  
コアおよびクラッドを含む光ファイバと、  
前記コアの端面および前記光学面に接合された結合部と、  
を含む、光素子と光ファイバとの結合構造。

【請求項 4】 請求項 3 において、  
前記コアの端面の少なくとも一部が、前記光学面に対向している、光素子と光ファイバとの結合構造。

【請求項 5】 請求項 1 ないし 4 のいずれかにおいて、  
前記結合部の屈折率は、前記光ファイバのコアの屈折率とほぼ等しい、光素子と光ファイバとの結合構造。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 のいずれかにおいて、  
前記結合部の屈折率は、前記光ファイバのクラッドの屈折率より大きい、光素子と光ファイバとの結合構造。

【請求項 7】 請求項 3 ないし 6 のいずれかにおいて、  
前記結合部に接合された前記光ファイバの端部において、  
前記コアの端面と前記クラッドの端面との高さが異なる、光素子と光ファイバとの結合構造。

【請求項 8】 請求項 7 において、

前記端部において、前記コアは前記クラッドで覆われていない、光素子と光ファイバとの結合構造。

【請求項 9】 請求項 8 において、

前記端部において、前記コアと前記クラッドとで凸部が構成される、光素子と光ファイバとの結合構造。

【請求項 10】 請求項 6 ないし 9 のいずれかにおいて、

前記端部において、前記結合部の周囲が封止材で覆われた、光素子と光ファイバとの結合構造。

【請求項 11】 請求項 10 において、

前記封止材の屈折率は、前記光ファイバのコアの屈折率および前記結合部の屈折率より小さい、光素子と光ファイバとの結合構造。

【請求項 12】 請求項 11 において、

前記結合部の屈折率は、前記光ファイバのコアの屈折率とほぼ等しく、

前記封止材の屈折率は、前記光ファイバのクラッドの屈折率とほぼ等しい、光素子と光ファイバとの結合構造。

【請求項 13】 請求項 7 において、

前記端部において、前記クラッドは前記コアを覆っていない、光素子と光ファイバとの結合構造。

【請求項 14】 請求項 13 において、

前記端部において、前記コアと前記クラッドとで凹部が構成される、光素子と光ファイバとの結合構造。

【請求項 15】 請求項 1 ないし 14 のいずれかにおいて、

前記結合部は、エネルギーを付加することによって硬化可能な液体材料を硬化させることにより形成された、光素子と光ファイバとの結合構造。

【請求項 16】 請求項 15 において、

前記結合部は、紫外線硬化型樹脂からなる、光素子と光ファイバとの結合構造。

【請求項 17】 請求項 1 ないし 16 のいずれかにおいて、

前記光素子は、面発光型半導体レーザ、半導体発光ダイオード、EL装置、フォトダイオードのいずれかである、光素子と光ファイバとの結合構造。

【請求項18】 請求項1ないし17のいずれかに記載の光素子と光ファイバとの結合構造と、

前記光素子と電氣的に接続された半導体チップと、を含む、光モジュール。

【請求項19】 光ファイバと、

出射面を含み、該出射面から放出した光を前記光ファイバの一方の端面に入射させる発光素子と、

前記発光素子と電氣的に接続された半導体チップと、

入射面を含み、前記光ファイバの他方の端面から出射した光を該入射面から導入する受光素子と、

前記受光素子と電氣的に接続された半導体チップと、を含み、

前記発光素子と前記光ファイバとの結合構造、ならびに前記受光素子と前記光ファイバとの結合構造のうち少なくとも一方が、請求項1ないし17のいずれかに記載の光素子と光ファイバとの結合構造からなる、光伝達装置。

【請求項20】 (a) 光ファイバの端面および光素子の光学面のうち、少なくとも一方に対して液滴を吐出して、結合部前駆体を形成し、

(b) 前記結合部前駆体を介して前記光ファイバの端面と前記光学面とを接合させた状態で、該結合部前駆体を硬化させて、結合部を形成すること、を含む、光素子と光ファイバとの結合方法。

【請求項21】 請求項20において、

前記(b)において、前記光ファイバの端面の少なくとも一部を、前記光学面に対向させた状態で、前記結合部前駆体を介して前記光ファイバの端面と前記光学面とを接合させること、を含む、光素子と光ファイバとの結合方法。

【請求項22】 (a) 光ファイバのコアの端面および光素子の光学面のうち、少なくとも一方に対して液滴を吐出して、結合部前駆体を形成し、

(b) 前記結合部前駆体を介して前記コアの端面と前記光学面とを接合させた状態で、該結合部前駆体を硬化させて、結合部を形成すること、を含む、光素子と光ファイバとの結合方法。

**【請求項 23】** 請求項 22 において、

前記 (b) において、前記コアの端面の少なくとも一部を、前記光学面に対向させた状態で、前記結合部前駆体を介して前記コアの端面と前記光学面とを接合させること、を含む、光素子と光ファイバとの結合方法。

**【請求項 24】** 請求項 22 または 23 において、

前記コアの端面の高さは、前記クラッドの端面の高さと異なる、光素子と光ファイバとの結合方法。

**【請求項 25】** 請求項 20 ないし 24 のいずれかにおいて、

前記液滴の吐出は、インクジェット法により行なわれる、光素子と光ファイバとの結合方法。

**【請求項 26】** 請求項 20 ないし 25 のいずれかにおいて、

前記結合部前駆体の硬化は、エネルギーの付加により行なわれる、光素子と光ファイバとの結合方法。

**【請求項 27】** 請求項 20 ないし 26 のいずれかにおいて、

前記光素子は、面発光型半導体レーザ、半導体発光ダイオード、EL 装置、フォトダイオードのいずれかである、光素子と光ファイバとの結合方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、光素子と光ファイバとの結合構造および光素子と光ファイバとの結合方法に関する。

**【0002】**

また、本発明は、前記結合構造を含む光モジュールおよび光伝達装置に関する。

**【0003】****【背景技術】**

近年、情報通信が高速化・大容量化の傾向にあり、光通信の開発が進んでいる。一般に、光通信では、電気信号を光信号に変換し、光信号を光ファイバで送信し、受信した光信号を電気信号に変換する。電気信号と光信号との変換は光素子



によって行なわれる（例えば、特許文献 1 参照）。このような方式で光通信を行なう際には、光素子と光ファイバとの位置を精度良く合わせ、光の損失を抑える必要がある。

#### 【 0 0 0 4 】

しかしながら、一般に、光素子の光学面（入射面または出射面）は微細であり、光ファイバの径もまた微細であることが多いため、光素子と光ファイバとの位置合わせは精密さが要求される。

#### 【 0 0 0 5 】

##### 【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 5 9 9 2 3 号公報

#### 【 0 0 0 6 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、安価であり、かつ、光素子と光ファイバとの間の光の伝達を確実に行なうことが可能な、光素子と光ファイバとの結合構造を提供することにある。

#### 【 0 0 0 7 】

また、本発明の目的は、生産性に優れ、かつ、光素子と光ファイバとの位置合わせを精密に行なう必要のない、光素子と光ファイバとの結合方法を提供することにある。

#### 【 0 0 0 8 】

さらに、本発明の目的は、前記結合構造を含む光モジュールおよび光伝達装置を提供することにある。

#### 【 0 0 0 9 】

##### 【課題を解決するための手段】

（1）本発明の光素子と光ファイバとの結合構造は、  
光学面を含む光素子と、  
光ファイバと、  
前記光ファイバの端面および前記光学面に接合された結合部と、  
を含む。

**【 0 0 1 0 】**

この場合、前記光ファイバの端面の少なくとも一部を、前記光学面に対向させることができる。

**【 0 0 1 1 】**

(2) また、本発明の光素子と光ファイバとの結合構造は、  
光学面を含む光素子と、  
コアおよびクラッドを含む光ファイバと、  
前記コアの端面および前記光学面に接合された結合部と、  
を含む。

**【 0 0 1 2 】**

この場合、前記コアの端面の少なくとも一部を、前記光学面に対向させることができる。

**【 0 0 1 3 】**

本願において、「光学面」とは、光素子において、光が放出される面または光が導入される面をいう。例えば、光素子が発光素子である場合、前記光学面は、光が放出される面（出射面）である。また、例えば、光素子が受光素子である場合、前記光学面は、光が導入される面（入射面）である。

**【 0 0 1 4 】**

また、本願において、「対向」とは、2つの面が平行な状態で向き合っている場合のみならず、2つの面が所定の角度をなして向き合っている場合をも含むものとする。

**【 0 0 1 5 】**

ここで、前記光ファイバの端面は、前記結合部を設置できる限り、形状は特に限定されるわけではなく、円形であってもよいし楕円形であってもよい。また、前記結合部の切断面形状も同様に、特に限定されるわけではない。

**【 0 0 1 6 】**

本発明の光素子と光ファイバとの結合構造によれば、上記構成を有することにより、安価であり、かつ、前記光素子と前記光ファイバとの間の光の伝達を確実にこなうことが可能な、光素子と光ファイバとの結合構造を得ることができる。

詳しくは、本実施の形態の欄で説明する。

【0017】

なお、本発明において、光ファイバの材質は特に限定されるわけではなく、例えば石英ガラス、プラスチック、プラスチックと石英との複合体、あるいは多成分ガラスからなる光ファイバに本発明を適用することができる。

【0018】

(3) この光素子と光ファイバとの結合構造において、前記結合部の屈折率を、前記光ファイバのコアの屈折率とほぼ等しくすることができる。この構成によれば、前記結合部と前記コアとの界面における光の反射を少なくすることができるため、該界面における光の損失を少なくすることができる。

【0019】

(4) この光素子と光ファイバとの結合構造において、前記結合部の屈折率を、前記光ファイバのクラッドの屈折率より大きくすることができる。

【0020】

(5) この光素子と光ファイバとの結合構造において、前記結合部に接合された前記光ファイバの端部において、前記コアの端面と前記クラッドの端面との高さが異なるようにすることができる。

【0021】

(i) この場合、前記端部において、前記コアを、前記クラッドで覆われていないようにすることができる。これにより、前記端部において、前記コアと前記クラッドとで凸部を構成することができる。

【0022】

ここで、前記端部において、前記結合部の周囲を封止材で覆うことができる。この構成によれば、前記結合部を前記コアの端面上に確実に固定することができる。その結果、歩留まりがより高い前記結合構造を得ることができる。

【0023】

この場合、前記封止材の屈折率を、前記光ファイバのコアの屈折率および前記結合部の屈折率より小さくすることができる。

【0024】

また、この場合、前記結合部の屈折率を、前記光ファイバのコアの屈折率とほぼ等しく、前記封止材の屈折率を、前記光ファイバのクラッドの屈折率とほぼ等しくすることができる。この構成によれば、前記結合部および前記封止材にそれぞれ、光ファイバのコアおよびクラッドと同様の機能を付与することができる。これにより、光の損失を少なくすることができる。

#### 【0025】

(ii) また、この場合、前記端部において、前記クラッドは前記コアを覆っていないようにすることができる。これにより、前記端部において、前記コアと前記クラッドとで凹部が構成される。この構成によれば、前記結合部を前記コアの端面上に確実に固定することができる。その結果、歩留まりがより高い前記結合構造を得ることができる。

#### 【0026】

(6) この光素子と光ファイバとの結合構造において、前記結合部は、エネルギーを付加することによって硬化可能な液体材料を硬化させることにより形成できる。

#### 【0027】

この場合、前記結合部は、紫外線硬化型樹脂からなることができる。

#### 【0028】

(7) この光素子と光ファイバとの結合構造において、前記光素子は、面発光型半導体レーザ、半導体発光ダイオード、EL装置、フォトダイオードのいずれかであることができる。

#### 【0029】

(8) 本発明の光モジュールは、前述した本発明の光素子と光ファイバとの結合構造と、

前記光素子と電氣的に接続された半導体チップと、を含む。

#### 【0030】

本発明の光モジュールによれば、前記結合構造を含むことにより、前記光素子と前記光ファイバとの間の光の伝達を確実に行なうことが可能な、光素子と光ファイバとの結合構造を設置することができる。また、光ファイバと光素子との間

に別途レンズが設けられた一般的な光モジュールと比較して、本発明の光モジュールでは、前記結合部を介して前記光ファイバおよび前記光素子との位置合わせを行なうだけで足りるため、位置合わせの簡易化を図ることができる。さらに、前記結合部を介して前記光素子と前記光ファイバとを直結する結合構造を含むことで、高精度の位置合わせが不要となる。したがって、装置の簡素化、小型化および低コスト化を図ることができる。

#### 【 0 0 3 1 】

( 9 ) 本発明の光伝達装置は、  
光ファイバと、  
入射面を含み、該入射面から放出した光を前記光ファイバの一方の端面に入射させる発光素子と、  
前記発光素子と電氣的に接続された半導体チップと、  
出射面を含み、前記光ファイバの他方の端面から出射した光を該出射面から導入する受光素子と、  
前記受光素子と電氣的に接続された半導体チップと、を含み、  
前記発光素子と前記光ファイバとの結合構造、ならびに前記受光素子と前記光ファイバとの結合構造のうち少なくとも一方が、前述した本発明の光素子と光ファイバとの結合構造からなる。

#### 【 0 0 3 2 】

( 1 0 ) 本発明の光素子と光ファイバとの結合方法は、  
( a ) 光ファイバの端面および光素子の光学面のうち、少なくとも一方に対して液滴を吐出して、結合部前駆体を形成し、  
( b ) 前記結合部前駆体を介して前記光ファイバの端面と前記光学面とを接合させた状態で、該結合体前駆体を硬化させて、結合部を形成すること、を含む。

#### 【 0 0 3 3 】

この場合、前記 ( b ) において、前記光ファイバの端面の少なくとも一部を、前記光学面に対向させた状態で、前記結合部前駆体を介して前記光ファイバの端面と前記光学面とを接合させること、を含むことができる。

#### 【 0 0 3 4 】

本発明の光素子と光ファイバとの結合方法によれば、生産性に優れ、かつ、前記光素子と前記光ファイバとの位置合わせを精密に行なう必要がない。また、前記結合部を介して前記光素子と前記光ファイバとを簡便な方法にて接合することができる。詳しくは、本実施の形態の欄で説明する。

#### 【0035】

(11) また、本発明の光素子と光ファイバとの結合方法は、

(a) 光ファイバのコアの端面および光素子の光学面のうち、少なくとも一方に対して液滴を吐出して、結合部前駆体を形成し、

(b) 前記結合部前駆体を介して前記コアの端面と前記光学面とを接合させた状態で、該結合部前駆体を硬化させて、結合部を形成すること、を含む。

#### 【0036】

この場合、前記(b)において、前記コアの端面の少なくとも一部を、前記光学面に対向させた状態で、前記結合部前駆体を介して前記コアの端面と前記光学面とを接合させること、を含むことができる。

#### 【0037】

また、この場合、この光素子と光ファイバとの結合方法において、さらに、前記コアの端面の高さは、前記クラッドの端面の高さと異なることができる。

#### 【0038】

本発明の光素子と光ファイバとの結合方法によれば、生産性に優れ、かつ、前記端面と前記光学面との位置合わせを精密に行なう必要がない。また、前記結合部を介して前記光素子と前記光ファイバとを簡便な方法にて接合することができる。詳しくは、本実施の形態の欄で説明する。

#### 【0039】

(12) この光素子と光ファイバとの結合方法において、前記液滴の吐出を、インクジェット法により行なうことができる。インクジェット法とは、インクジェットヘッドを用いて液滴を吐出する方法である。この方法によれば、前記液滴の吐出量の微妙な調整が可能であるため、微細な結合部前駆体を、前記光ファイバの端面および前記光学面の少なくとも一方の上に簡便に設置することができる。

。

## 【0040】

(13) この光素子と光ファイバとの結合方法において、前記結合部前駆体の硬化を、エネルギーの付加により行なうことができる。

## 【0041】

(14) この光素子と光ファイバとの結合方法において、前記光素子は、面発光型半導体レーザ、半導体発光ダイオード、EL装置、フォトダイオードのいずれかであることができる。

## 【0042】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

## 【0043】

## (第1の実施の形態)

## 1. 光素子と光ファイバとの結合構造

図1は、本発明を適用した第1の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合構造を模式的に示す側面図である。図1には、光素子と光ファイバとの結合構造として、結合ユニット1000が示されている。

## 【0044】

この結合ユニット1000は、図1に示すように、光素子100と、光ファイバ120と、結合部140とを含む。以下、この結合ユニット1000の各構成要素について、それぞれ説明する。

## 【0045】

## [光素子]

光素子100は、発光素子であっても受光素子であってもよい。光素子100としては、例えば、基板に対して垂直方向に光を発する発光素子、あるいは、基板に対して垂直方向からの光を導入する受光素子であることができる。光素子100が発光素子である場合、光学面180から出射した光を、結合部140を介して光ファイバ120に効率良く導入させることができる。あるいは、光素子100が受光素子である場合、光ファイバ120から放出された光を、結合部140を介して、光学面180から効率良く導入することができる。この光素子100

0としては、特に限定されるわけではないが、例えば、面発光型半導体レーザ、半導体発光ダイオード、EL装置、フォトダイオードのいずれかであることができる。

#### 【0046】

光素子100は、光学面180を含む。本実施の形態では、光学面180が柱状部130の上面に設けられている場合を示す。例えば、光素子100が面発光型半導体レーザである場合、この柱状部130は、共振器の一部を構成する。また、光素子100が発光ダイオードである場合、この柱状部130は活性層を含む。

#### 【0047】

光素子100は、図1に示すように、結合部140を介して、光ファイバ120と接合されている。すなわち、光素子100は、結合部140によって、光ファイバ120との相対的な位置が固定されている。この結合ユニット1000では、光素子100の光学面180は、光ファイバ120の端面120aの少なくとも一部と対向している。

#### 【0048】

##### [光ファイバ]

光ファイバ120は一般に、コア122およびクラッド124を含む。クラッド124はコア122を同心円状に囲んでいる。光ファイバ120では、コア122とクラッド124との境界で光が反射されて、コア122内に光が閉じ込められ、コア122内を光が伝搬する。また、クラッド124の周囲は、ジャケット（図示せず）によって保護することができる。

#### 【0049】

また、本実施の形態においては、光ファイバ120の断面形状が円形である場合について示したが、光ファイバ120の断面形状は特に限定されるわけではない。このことは、後述する実施形態および変形例に示される光ファイバについても同様である。例えば、光ファイバ120として、断面形状が楕円形である光ファイバや、コアが円形または楕円形でクラッドがその他の形状である光ファイバを用いることができる。



**【0050】**

なお、図1においては、光ファイバ120の端部（一方の端部）を示している。なお、光ファイバ120の両方の端部において、結合部140を介して光素子100が設置されていてもよい。この場合、両端部に設置された光素子100のいずれか一方が発光素子であり、他方が受光素子となる。あるいは、光ファイバ120の両端部のいずれか一方においてのみ、光ファイバ120の端面上に、結合部140を介して光素子100が設置されていてもよい。このことは、後述する実施形態および変形例に示される光素子と光ファイバとの結合構造でも同様である。

**【0051】****[結合部]**

結合部140は、図1に示すように、光ファイバ120の端面120aと、光素子100の光学面180とに接合されている。

**【0052】**

光ファイバ120から出射する光を、例えば受光素子（図示せず）に入射させる場合、光ファイバ120の端面120aから出射した光は結合部140を経た後、前記受光素子に入射することができる。あるいは、発光素子（図示せず）から出射する光を、例えば光ファイバ120の端面120aに入射させる場合、前記発光素子から出射した光は結合部140を経た後、光ファイバ120の端面120aに入射することができる。

**【0053】**

結合部140は、エネルギーを付加することによって硬化可能な液体材料を硬化させて形成することができる。前記液体材料としては、例えば、紫外線硬化型樹脂や熱硬化型樹脂の前駆体が挙げられる。紫外線硬化型樹脂としては、例えば紫外線硬化型のアクリル系樹脂およびエポキシ系樹脂が挙げられる。また、熱硬化型樹脂としては、熱硬化型のポリイミド系樹脂が例示できる。

**【0054】**

紫外線硬化型樹脂の前駆体は、短時間の紫外線照射によって硬化する。このため、熱工程など素子に対するダメージを与えやすい工程を経ずに硬化させること

ができる。このため、紫外線硬化型樹脂の前駆体を用いて結合部 140 を形成する場合、素子へ与える影響を少なくすることができる。

#### 【0055】

具体的には、結合部 140 は、光ファイバ 120 の端面 120 a および光素子 100 の光学面 180 のうち、少なくとも一方に対して液滴を吐出して、結合部前駆体（後述する）を形成した後、この結合部前駆体を硬化させることにより形成することができる。

#### 【0056】

より具体的には、結合部 140 は、紫外線硬化型樹脂または熱硬化型樹脂の前駆体からなる。この場合、結合部 140 の形状および大きさは、結合部 140 を形成する際に用いる液体材料の種類や量を調整することによって、制御することができる。結合部 140 の形状および大きさは、光ファイバ 120 の端面 120 a と光学面 180 との距離に基づいて決定される。すなわち、光ファイバ 120 の端面 120 a と光学面 180 との距離に応じて、光ファイバ 120 の端面 120 a と光学面 180 とが接合できるように、結合部 140 の形状および大きさを決定する。このことは、後述する実施形態および変形例においても同様に適用される。

#### 【0057】

また、結合部 140 の屈折率は、光ファイバ 120 のクラッド 120 の屈折率よりも大きくすることができる。この構成によれば、クラッド 124 への光の導入を低減することができる。

#### 【0058】

さらに、結合部 140 の屈折率を、光ファイバ 120 のコア 122 の屈折率とほぼ等しくすることができる。この構成によれば、結合部 140 とコア 122 との界面における光の反射を少なくすることができるため、該界面における光の損失を少なくすることができる。このことは、後述する実施形態および変形例においても同様である。

#### 【0059】

### 2. 光素子と光ファイバとの結合方法

次に、図1に示す結合ユニット1000の製造方法について、図2および図3を参照して説明する。図2～図4はそれぞれ、光素子100と光ファイバ150との結合方法の一工程を模式的に示す図である。

#### 【0060】

##### [結合部前駆体の形成]

まず、光ファイバ120の端面120a上、ならびに光学面180上に結合部前駆体140aを形成する（図2および図3参照）。具体的には、光ファイバ120の端面120aおよび光素子100の光学面180のうち、少なくとも一方に対して、結合部140を形成するための液体材料の液滴140bを吐出して、結合部前駆体140aを形成する。前述したように、前記液体材料は、エネルギーを付加することによって硬化可能な性質を有する。

#### 【0061】

本実施の形態においては、図2に示すように、光ファイバ120の端面120aおよび光学面180の両方に対して液滴140bを吐出して、結合部前駆体140x、140y（図3参照）を形成する場合について説明する。なお、後述する第2実施形態に示すように、光ファイバ120の端面120aおよび光学面180のいずれか一方に対して、液滴140bを吐出して結合部前駆体を形成した後、端面120aと光学面180とを対向させて、結合部前駆体140a（後述する：図4参照）を形成してもよい。

#### 【0062】

液滴140bを吐出する方法としては、例えば、ディスペンサ法またはインクジェット法が挙げられる。ディスペンサ法は、液滴140bを吐出する方法として一般的な方法であり、比較的広い領域に液滴140bを吐出する場合に有効である。

#### 【0063】

インクジェット法は、インクジェットヘッドを用いて液滴を吐出する方法であり、液滴を吐出する位置について $\mu\text{m}$ オーダーの単位で制御が可能である。また、吐出する液滴の量をピコリットルオーダーの単位で制御することができる。このため、微細な光ファイバの端面上に、微細な構造の結合部を作製することがで

きる。

#### 【0064】

ここでは、図2に示すように、インクジェットヘッド110を用いて液滴140bを吐出する方法について説明する。図2に示すように、光ファイバ120の端面120aおよび光学面180に対して、インクジェットヘッド110を用いて液体材料の液滴140bを吐出する。これにより、図3に示すように、端面120a上に結合部前駆体140xを形成し、光学面180の上に結合部前駆体140yを形成する。

#### 【0065】

インクジェットの吐出方法としては、例えば、(i)熱により液体（ここでは結合部前駆体）中の気泡の大きさを変化させることで圧力を生じ、液体を吐出する方法、(ii)圧電素子により生じた圧力によって液体を吐出させる方法とがある。圧力の制御性の観点からは、前記(ii)の方法が望ましい。

#### 【0066】

インクジェットヘッドのノズルの位置と、液滴の吐出位置とのアライメントは、一般的な半導体集積回路の製造工程における露光工程や検査工程で用いられる公知の画像認識技術を用いて行なわれる。例えば、インクジェットヘッド120のノズル112の位置と、光素子100の光学面180および光ファイバ120の端面120aの位置とのアライメントを行なう。アライメント後、インクジェットヘッド110に印加する電圧を制御した後、液滴140bを吐出する。これにより、図3に示すように、光学面180および光ファイバ120の端面120a上に、それぞれ結合部前駆体140x、140yを形成する。

#### 【0067】

本実施の形態においては、光素子100は柱状部130を含み、この柱状部130の上面に光学面180が設けられているため、結合部前駆体140xは柱状部130の上面上に形成される。液滴140bを光学面180に対して吐出した場合、この液滴140bは表面張力によって柱状部130の上面に堆積される。これにより、所望の形状および大きさの結合部前駆体140xが得られる。

#### 【0068】

また、結合部前駆体 140 y は光ファイバ 120 の端面 120 a 上に形成される。この場合も同様に、液滴 140 b を端面 120 a に対して吐出した場合、この液滴 140 b は表面張力によって端面 120 a 上に堆積される。これにより、所望の形状および大きさの結合部前駆体 140 y が得られる。

#### 【0069】

ここで、必要に応じて、液滴 140 b を複数回吐出することにより、結合部前駆体 140 x, 140 y を所望の形状および大きさに形成する。結合部前駆体 140 x, 140 y は、光ファイバ 120 の端面 120 a と光学面 180 との距離を所定の値に設定した場合に、少なくとも一部が互いに接合できるような形状および大きさに形成される。

#### 【0070】

なお、液滴 140 b を吐出する前に、必要に応じて、光ファイバ 120 の端面 120 a および光学面 180 に、親液性処理または撥液性処理を行なう。これにより、液滴 140 b に対する端面 120 a および光学面 180 の濡れ性を制御することができる。これにより、結合部 140 の形状および大きさをより厳密に制御することができる。

#### 【0071】

次いで、光ファイバ 120 の端面 120 a と、光学面 180 とを対向させる。本実施の形態においては、端面 120 a の少なくとも一部を、光学面 180 に対向させる。この場合、光の利用効率の観点からいえば、図 4 に示すように、端面 120 a の中心を通りかつ端面 120 a に垂直な直線 R<sub>1</sub> 上に、光学面 180 の中心が位置するように、光ファイバ 120 および光学面 180 を設置するのが望ましい。

#### 【0072】

また、ここで、光ファイバ 120 の端面 120 a と、光学面 180 との間が所定の距離になるように近接させ、結合部前駆体 140 x と結合部前駆体 140 y (図 3 参照) とを接触させる。これにより、液体の状態である結合部前駆体 140 x と結合部前駆体 140 y とが一体化し、結合部前駆体 140 a が形成される (図 4 参照)。ここで得られた結合部前駆体 140 a は、図 4 に示すように、端

面 120a と光学面 180 とに接合している。

#### 【0073】

##### [結合部の形成]

次いで、図 4 に示すように、結合部前駆体 140a を硬化させて、結合部 140 を形成する。具体的には、結合部前駆体 140a に対して、熱または光等のエネルギー 113 を付加する。

#### 【0074】

結合部前駆体 140a を硬化する際は、前記液体材料の種類により適切な方法を選択する。硬化手段としては、具体的には、熱エネルギーの付加、あるいは紫外線またはレーザ光等の光照射が挙げられる。また、付加するエネルギー 113 の量は、結合部前駆体 140a の形状、大きさおよび材質によって適宜調整する。以上の工程により、光素子 100 と、光ファイバ 120 と、結合部 140 とを含む結合ユニット 1000 が得られる（図 1 参照）。

#### 【0075】

##### 3. 作用効果

本実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合構造によれば、安価であり、かつ、光素子 100 と光ファイバ 120 との間の光の伝達を確実に行なうことが可能な結合構造（結合ユニット 1000）を得ることができる。

#### 【0076】

また、本実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合方法によれば、生産性に優れ、かつ、光素子 100 と光ファイバ 120 との位置合わせを精密に行なう必要がない。上記作用効果について、以下に詳しく説明する。

#### 【0077】

(1) 第 1 に、結合部 140 を介して、光ファイバ 120 の端面 120a と光学面 180 とが接合されていることにより、光ファイバ 120 と光素子 100 との間を伝搬する光の損失を少なくすることができる。その理由を説明するために、まず、一般的な光素子と光ファイバとの結合構造について、以下に説明する。

#### 【0078】

一般的な光素子と光ファイバとの結合構造においては、光素子と光ファイバと

の間には結合部が形成されていない。このため、光素子から出射した光を光ファイバに効率良く導入するため、あるいは光ファイバから出射した光を光素子に効率良く導入するためには、光素子と光ファイバとの間の位置合わせを厳密に行なう必要がある。また、光素子が発光素子の場合、光学面から出射した光が光ファイバの端面にて反射した後光学面に入射する場合がある。この入射光（戻り光）によって光素子の特性が変化するという問題が生じていた。

#### 【0079】

これに対して、本実施の形態の結合構造（結合ユニット1000）によれば、光ファイバ120の端面120aと光学面180との間に結合部140が接合されているため、光素子100と光ファイバ120との位置合わせを厳密に行なわなくても、光素子100（または光ファイバ120）から出射する光を、効率良く光ファイバ120（または光素子100）に導入することができる。すなわち、この結合ユニット1000によれば、位置合わせを厳密に行なうことなく、光素子100と光ファイバ120との間の光の伝達を確実に行なうことができる。また、光ファイバ120の端面120aと光学面180とが結合部140を介して接合されていることにより、前述した戻り光が生じるのを防止することができる。これにより、光素子100の特性を維持することができる。

#### 【0080】

例えば、図17（a）に示す変形例（結合ユニット1100）のように、光ファイバ120の端面120aの中心を通りかつ端面120aに垂直な直線R<sub>1</sub>上に、光学面180の中心が位置していなくても、結合部940を介して、端面120aと光学面180とが接合されていることにより、光を効率良く伝搬することができる。

#### 【0081】

また、例えば、図17（b）に示す変形例（結合ユニット3100）のように、コア222の端面222aの中心を通りかつ端面222aと垂直な直線R<sub>2</sub>上に、光学面180の中心が位置していなくても、結合部740を介して、端面222aと光学面180とが接合されていることにより、光を効率良く伝搬することができる。

**【 0 0 8 2 】**

なお、図 1 7 ( a ) および図 1 7 ( b ) において、結合部 7 4 0 , 9 4 0 は、本実施の形態で示した結合部 1 4 0 と同様の材質からなり、かつ、同様の方法にて形成されたものである。

**【 0 0 8 3 】**

( 2 ) 第 2 に、結合部 1 4 0 は、エネルギーを付加することによって硬化可能な液体材料を硬化させることにより形成される。すなわち、光ファイバ 1 2 0 の端面 1 2 0 a および光学面 1 8 0 のいずれか一方の上に結合部前駆体を形成し、この結合部前駆体が端面 1 2 0 a および光学面 1 8 0 に接触した状態で硬化させる。これにより、結合部 1 4 0 を介して光素子 1 0 0 と光ファイバ 1 2 0 とが接合することにより、光素子 1 0 0 と光ファイバ 1 2 0 との位置合わせを精密に行なう必要がない。

**【 0 0 8 4 】**

また、結合部前駆体 1 4 0 a の形状および大きさは、液滴 1 4 0 b の吐出量によって制御することができる。これにより、光素子 1 0 0 と光ファイバ 1 2 0 との距離に応じて、結合部前駆体 1 4 0 a の形状および大きさを調整することができる。

**【 0 0 8 5 】**

( 第 2 の実施の形態 )

**1 . 光素子と光ファイバとの結合構造**

図 5 は、本発明を適用した第 2 の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合構造を模式的に示す側面図である。図 5 には、光素子と光ファイバとの結合構造として、結合ユニット 2 0 0 0 が示されている。

**【 0 0 8 6 】**

この結合ユニット 2 0 0 0 は、図 5 に示すように、光素子 1 0 0 と、光ファイバ 1 2 0 と、結合部 8 4 0 とを含む。

**【 0 0 8 7 】**

この結合ユニット 2 0 0 0 は、結合部 8 4 0 の形成方法が、第 1 の実施の形態で示した結合部 1 4 0 ( 図 1 参照 ) と異なる。上記の点以外の構成要素について



は、第 1 の実施の形態の結合ユニット 1000 の構成要素と同様である。なお、この結合ユニット 2000 において、第 1 の実施の形態の結合ユニット 1000 と同様の構成を有する点については、原則として同一の符号を付して詳しい説明を省略する。

#### 【0088】

##### 2. 光素子と光ファイバとの結合方法

次に、図 5 に示す結合ユニット 2000 の製造方法について、図 6 および図 7 説明する。なお、前述した第 1 の実施の形態の光素子 100 と光ファイバ 120 との結合方法と同様の工程については、原則として説明を省略する。

#### 【0089】

##### [結合部前駆体の形成]

本実施の形態では、図 6 に示すように、光ファイバ 120 の端面 120 a のみに結合部前駆体 840 a を形成する場合について示す。なお、結合部前駆体 840 a の形成方法は、第 1 の実施の形態で示した結合部前駆体 140 x, 140 y と同様である。すなわち、光ファイバ 120 の端面 120 a に対して液滴 140 b (図 2 参照) を吐出することにより、端面 120 a 上に結合部前駆体 840 a を形成する (図 6 参照)。

#### 【0090】

##### [結合部の形成]

結合部 840 (図 5 参照) の形成方法は、第 1 の実施の形態で示した方法と同様である。また、結合部 840 は、第 1 の実施の形態において示した結合部 140 と同様の材質からなることができる。

#### 【0091】

具体的には、図 7 に示すように、光ファイバ 120 の端面 120 a と光学面 180 とを対向させた状態で、光ファイバ 120 の端面 120 a と光学面 180 との間が所定の距離になるように近接させ、結合部前駆体 840 a を光学面 180 に接触させる。この状態で結合部前駆体 840 a にエネルギー 113 を付加して、結合部前駆体 840 a を硬化させる。これにより、図 5 に示すように、結合部 840 が形成される。

## 【0 0 9 2】

## [その他]

本実施の形態では、光ファイバ 1 2 0 の端面 1 2 0 a にのみ結合部先駆体 8 4 0 a を形成する工程を経て、結合部 8 4 0 を形成する場合について説明したが、あるいは、図示しないが、光学面 1 8 0 のみに結合部先駆体を形成した後、結合部を形成してもよい。この場合、前記結合部前駆体を端面 1 2 0 a に接触させる際に、前記結合部前駆体が、少なくとも端面 1 2 0 a のうちコアの端面に接触するようにする。

## 【0 0 9 3】

## 3. 作用効果

本実施の形態の光素子と光ファイバとの結合構造および結合方法によれば、第 1 の実施の形態の結合構造および結合方法と同様の作用効果を有する。

## 【0 0 9 4】

さらに、本実施の形態の光素子と光ファイバとの結合構造および結合方法によれば、光ファイバ 1 2 0 の端面 1 2 0 a および光学面 1 8 0 のうち、少なくとも一方に結合部前駆体を形成する工程を経て、結合部が形成される。これにより、より簡便な方法にて、前記結合構造を得ることができる。

## 【0 0 9 5】

特に、光ファイバ 1 2 0 の端面 1 2 0 a 上に結合部前駆体 8 4 0 a を形成する場合、光ファイバ 1 2 0 の側面が結合部前駆体 8 4 0 a で濡れない限り、結合部前駆体 8 4 0 a には表面張力が主に作用する。このため、結合部前駆体 8 4 0 a を形成するための液滴の量を調整することによって、結合部前駆体 8 4 0 a の形状および大きさを制御することができる。これにより、所望の形状および大きさの結合部 8 4 0 を得ることができる。

## 【0 0 9 6】

## (第 3 の実施の形態)

## 1. 光素子と光ファイバとの結合構造

図 8 は、本発明を適用した第 3 の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合構造を模式的に示す側面図である。図 8 には、光素子と光ファイバとの結合構

造として、結合ユニット 3000 が示されている。

#### 【0097】

本実施の形態の結合ユニット 3000 は、図 8 に示すように、光素子 100 と、光ファイバ 220 と、結合部 240 とを含む。

#### 【0098】

この結合ユニット 3000 は、図 8 に示すように、光ファイバ 220 の端部において、コア 222 の端面 222 a とクラッド 224 の端面 224 a との高さが異なる点、ならびに、端面 222 a と光学面 180 とが結合部 240 を介して接合されている点で、第 1 および第 2 の実施の形態の結合ユニットと異なる構成を有する。

#### 【0099】

次に、この結合ユニット 3000 の各構成要素について、それぞれ説明する。なお、この結合ユニット 3000 において、第 1 の実施の形態の結合ユニット 1000 と同様の構成を有する点については、原則として同一の符号を付して詳しい説明を省略する。

#### 【0100】

##### [光ファイバ]

光ファイバ 220 は、コア 222 およびクラッド 224 を含む。本実施の形態においては、図 8 に示す光ファイバ 220 の端部において、コア 222 がクラッド 224 で覆われていない場合を示す。すなわち、図 8 に示す光ファイバ 220 の端部において、コア 222 の端面 222 a はクラッド 224 の端面 224 a より突出しており、コア 222 とクラッド 224 とで凸部 260 が構成されている。

#### 【0101】

また、光ファイバ 220 は、第 1 の実施の形態において光ファイバ 120 の材質として示したものと同様の材質から形成することができる。

#### 【0102】

##### [結合部]

結合部 240 は、図 8 に示すように、光ファイバ 220 のコア 222 の端面 2

22a上に設けられている。結合部240は、第1の実施の形態にて示された結合部140と同様の材質からなることができる。

#### 【0103】

また、結合部240は、第2の実施の形態の結合部840（図5参照）と同様の方法にて形成される。具体的には、結合部240は、光ファイバ220のコア222の端面222aに対して液滴を吐出して、結合部前駆体（後述する）を形成した後、この結合部前駆体を硬化させることにより形成できる。

#### 【0104】

##### 2. 光素子と光ファイバとの結合方法

次に、図8に示す光素子と光ファイバとの結合方法について、図9～図11を参照して説明する。なお、前述した第1の実施の形態の光素子と光ファイバとの結合方法と同様の工程については、原則として説明を省略する。

#### 【0105】

##### [コアおよびクラッドの端面の加工]

まず、コア222の端面222aを、クラッド224の端面224aより突出させる工程について説明する。コア222の端面222aを、クラッド224の端面224aより突出させるためには、具体的には、下記の（1）および（2）に示す方法が例示できる。

#### 【0106】

##### （1）ウエットエッチングによる方法

まず、ウエットエッチングによって、コア222の端面222aを、クラッド224の端面224aより突出させる工程について、図9を参照して説明する。ここでは、光ファイバ220が石英系光ファイバからなる場合について説明する。

#### 【0107】

一般に、光ファイバは、コアの屈折率をクラッドとの屈折率よりも大きくするために、コアとクラッドとが異なる成分から形成されている。このコアとクラッドとの成分の違いを利用して、ウエットエッチングにて、コアまたはクラッドを選択的に除去することができる。

**【0108】**

ここでは、端面が平坦な光ファイバ220（図9参照）に対してウエットエッチングを行なうことによって、クラッド224を選択的に除去できるエッチャントを用いる。これにより、コア222の端面222aとクラッド224の端面224aよりも突出させることができる。

**【0109】**

石英系光ファイバのコアとクラッドとの選択的エッチングに用いられるエッチャントとしては、例えば、フッ化水素酸とフッ化アンモニウムを混合した水溶液（バッファフッ酸水溶液）を用いることができる。このバッファフッ酸水溶液中のフッ化水素酸およびフッ化アンモニウムの濃度を調整することにより、クラッド224を選択的に除去することができる。

**【0110】**

ウエットエッチングの模式図を図9に示す。図9に示すように、光ファイバ220の端部をエッチャント230に浸す。これにより、クラッド224が選択的に溶解するため、光ファイバ220の端部において、クラッド224を選択的に除去することができる。

**【0111】**

具体的には、40重量%フッ化アンモニウム水溶液と50重量%フッ化水素酸水溶液と純水（ $H_2O$ ）とを所定の体積比で用いることにより調製されたバッファフッ酸水溶液を用いることにより、クラッド224を選択的に除去することができる。

**【0112】**

なお、バッファフッ酸水溶液中のフッ化水素酸とフッ化アンモニウムの濃度を調整することにより、コア222を選択的に除去することもできる。この場合については、詳しくは、後述する実施形態で述べる。

**【0113】****（2）光硬化による方法**

次に、光硬化によってコア222を伸長させる工程について、図10を参照して説明する。この方法では、光ファイバ220のコア222の端面に光硬化型樹

脂を伸長させることにより、コア 222 の端面 222 a をクラッド 224 の端面 224 a よりも突出させる。ここで、光ファイバ 220 の材質は、光硬化型樹脂との密着性が確保できるかぎり、特に限定されない。

#### 【0114】

具体的には、図 10 に示すように、端面 222 a を含む光ファイバ 220 の端部（一方の端部）を、紫外線硬化型樹脂の前駆体を含有する液体材料 232 の中に浸す。光ファイバ 220 のもう一方の端部において、コア 222 の端面 222 b から紫外線 213 を入射させる。これにより、端面 222 b から入射した紫外線 213 はコア 222 内を伝搬した後、コア 222 の端面 222 a から出射する。ここで、クラッド 224 には紫外光が導入されないため、クラッド 224 からは紫外光が出射せず、紫外光 213 が出射するのは、コア 222 の端面 222 a からのみである。すなわち、コア 222 の端面 222 a から出射する紫外線 213 によって、コア 222 の端面 222 a にて、液体材料 230 に含まれる紫外線硬化型樹脂の前駆体が反応する。これにより、コア 222 の端面 222 a 上に紫外線硬化樹脂が形成されることによってコア 222 が伸長する。この結果、図 8 に示すように、コア 222 の端面 222 a が、クラッド 224 の端面 224 a より突出した構造の光ファイバ 220 が得られる。

#### 【0115】

なお、図 10 においては、光ファイバ 220 の端部を液体材料 232 内に浸した状態でコア 222 を伸長する例について示した。ここで、光ファイバ 220 の端部を液体材料 232 内に浸すかわりに、図示しないが、光ファイバ 220 の端面 222 上に液体材料 232 を設置した状態で、図 10 に示す場合と同様に、もう一方の端部のコア 222 の端面から紫外線を導入して、コア 222 を伸長してもよい。

#### 【0116】

##### [結合部の形成]

次いで、光ファイバ 220 のコア 222 の端面 222 a 上に、結合部 240 を形成する。本実施の形態においては、コア 222 の端面 222 a 上に結合部 240 が形成される点を除いて、第 1 の実施の形態において結合部 140 を形成する

方法と同様である。また、結合部 240 の材質は、第 1 の実施の形態で示した結合部 140 と同様の材質を用いることができる。

#### 【0117】

具体的には、結合部 240 を形成するための液体材料からなる液滴を、光ファイバ 220 のコア 222 の端面 222 a に対して吐出する。これにより、図 11 に示すように、コア 222 の端面 222 a 上に、結合部前駆体 240 a を形成する。次いで、コア 222 の端面 222 a と光学面 180 とを対向させた状態で、コア 222 の端面 222 a と光学面 180 との間が所定の距離になるように近接させ、結合部前駆体 240 a と光学面 180 とを接触させる。この状態で、結合部前駆体 240 a にエネルギーを付加して、結合部前駆体 240 a を硬化させる。これにより、結合部 240 が得られる（図 8 参照）。

#### 【0118】

結合部前駆体 240 a を硬化させる方法は、第 1 の実施の形態で示した結合部前駆体 140 a の硬化方法と同様の方法を用いることができる。これにより、光素子 100 と光ファイバ 220 との結合構造（結合ユニット 3000）が得られる（図 8 参照）。

#### 【0119】

### 3. 作用効果

本実施の形態の光素子と光ファイバとの結合構造および結合方法によれば、第 1 の実施の形態の結合構造および結合方法と同様の作用効果を有する。

#### 【0120】

さらに、本実施の形態の光素子と光ファイバとの結合構造および結合方法によれば、光ファイバ 220 のコア 222 の端面 222 a 上に結合部 240 が設けられている。光ファイバ 220 において実際に光が伝搬するのはコア 222 の部分である。すなわち、コア 222 の端面 222 a 上にのみ結合部 240 が設けられていることにより、光素子 100 が受光素子である場合は、結合部 240 を介して、コア 222 から光素子 100 に光をより効率良く導入することができる。あるいは、光素子 100 が発光素子である場合は、結合部 240 を介して、光素子 100 からコア 222 に光をより効率良く導入することができる。

**【0121】**

## 4. 変形例

次に、本実施の形態の光素子と光ファイバとの結合構造の他の変形例について説明する。

**【0122】**

## (1) 変形例 1

図 12 は、本実施の形態の一変形例たる光素子と光ファイバとの結合構造を模式的に示す図である。図 13 は、図 12 に示す一変形例たる光素子と光ファイバとの結合方法を模式的に示す図である。図 12 には、光素子と光ファイバとの結合構造として、結合ユニット 3200 が示されている。

**【0123】**

この結合ユニット 3200 は、結合部 340 の形状および大きさが、本実施の形態で示した結合部 240 (図 8 参照) とは異なる。この点以外の構成要素については、この結合ユニット 3200 は、図 8 に示す結合ユニット 3000 と同様の構成要素を含む。

**【0124】**

図 13 は、コア 222 の端面 222a 上に結合部前駆体 340a が設置された状態を示している。結合部前駆体 340a の形状および大きさを調整することによって、結合部 340 の形状および大きさを調整することができる。

**【0125】**

例えば、図 13 を参照すると、この光ファイバ 222 では、コア 222 の端面 222a とクラッド 224 の端面 224a とから凸部が構成される。ここで、結合部前駆体 340a をコア 222 の端面 222a 上に形成する際に、使用する液滴の量を調整することによって、結合部前駆体 340a の最大径  $d_2$  を、端面 222a の直径  $d_1$  よりも大きくすることができる。これにより、結合部 340 をより大きく形成することができる。その結果、コア 222 の端面 220a と、光素子 100 の光学面 180 とを接合する際の距離のマージンを広げることができる。

**【0126】**



## (2) 変形例 2

図 14 は、本実施の形態の一変形例たる光素子と光ファイバとの結合構造を模式的に示す図である。図 14 には、光素子と光ファイバとの結合構造として、結合ユニット 3300 が示されている。

### 【0127】

図 14 に示す結合ユニット 3300 は、図 8 に示す結合ユニット 3000 の端部において、コア 222 の突出した部分、結合部 240 および柱状部 130 の周囲を封止材 226 で埋め込んだものである。

### 【0128】

すなわち、この結合ユニット 3300 において、封止材 226 以外の構成は、本実施の形態の結合ユニット 3000 (図 8 参照) と同様である。したがって、この結合ユニット 3300 は、結合ユニット 3000 と同様の作用効果を有する。

### 【0129】

さらに、結合ユニット 3000 においては、結合部 240 の周囲を封止材 226 で覆うことにより、コア 222 の端面 222a と光学面 180 との間に結合部 240 を確実に固定することができる。その結果、歩留まりを高めることができる。

### 【0130】

また、封止材 226 の屈折率は、コア 222 の屈折率および結合部 240 の屈折率よりも小さいことが望ましい。これにより、図 14 に示す光ファイバ 220 の端部において、コア 222 および結合部 240 内を伝搬する光を閉じ込めるクラッドとしての機能を、封止材 226 に付与することができる。

### 【0131】

さらに、結合部 240 の屈折率は、コア 222 の屈折率と同一であることが望ましく、封止材 226 の屈折率は、クラッド 224 の屈折率と同一であることがより望ましい。すなわち、この場合、結合部 240 および封止材 226 にそれぞれ、光ファイバのコアおよびクラッドと同一の機能を付与することができる。これにより、光の損失を少なくすることができる。

**【0132】**

以上の屈折率については、他の実施形態および変形例においても同様である。

**【0133】**

封止材 226 の材質は特に限定されないが、例えば紫外線硬化型樹脂や熱硬化型樹脂等の樹脂材料を用いることができる。

**【0134】**

(第4の実施の形態)

1. 光素子と光ファイバとの結合構造

図15は、本発明を適用した第4の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合構造を模式的に示す側面図である。図15には、光素子と光ファイバとの結合構造として、結合ユニット4000が示されている。

**【0135】**

本実施の形態の結合ユニット4000は、図15に示すように、光素子100と、光ファイバ320と、結合部340とを含む。

**【0136】**

この結合ユニット4000は、図15に示すように、光ファイバ320の端部において、コア322の端面322aとクラッド324の端面324aとの高さが異なる点、および光ファイバ320のコア322の端面322a上に結合部340が設けられている点で、第3の実施の形態の結合ユニット3000と同様の構成を有する。

**【0137】**

一方、本実施の形態の結合ユニット4000は、図15に示すように、光ファイバ320の端部において、クラッド324がコア322を覆っていない点で、第3の実施の形態の結合ユニット3000とは異なる構成を有する。

**【0138】**

次に、この結合ユニット4000の各構成要素について、それぞれ説明する。なお、この結合ユニット4000において、第3の実施の形態の結合ユニット3000(図8参照)と同様の構成を有する点については、原則として同一の符号を付して詳しい説明を省略する。

**【0139】****[光ファイバ]**

光ファイバ320は、コア322およびクラッド324を含む。本実施の形態においては、前述したように、光ファイバ320の端部において、クラッド324はコア322を覆っていない場合を示している。すなわち、図15に示すように、光ファイバ320の端部において、クラッド324の端面324aはコア322の端面322aより突出しており、コア322とクラッド324とで凹部360が構成されている。

**【0140】**

光ファイバ320は、第1の実施の形態において光ファイバ120の材質として示したものと同様の材質から形成することができる。

**【0141】****[結合部]**

結合部340は、図15に示すように、光ファイバ320のコア322の端面322a上に設けられている。この結合部340は、第3の実施の形態において示した結合部240（図8参照）と同様の材質からなることができる。

**【0142】**

また、結合部340は、第3の実施の形態で示した結合部240と同様の方法にて形成される。具体的には、結合部340は、光ファイバ320のコア322の端面322aに対して液滴を吐出して、結合部前駆体（後述する）を形成した後、この結合部前駆体を硬化させることにより形成することができる。

**【0143】****2. 光素子と光ファイバとの結合方法**

図15に示す光素子と光ファイバとの結合方法について、図16を参照して説明する。なお、前述した第3の実施の形態の光素子と光ファイバとの結合方法と同様の工程については、原則として説明を省略する。

**【0144】****[コアおよびクラッドの端面の加工]**

本実施の形態において、光ファイバ320のコア322およびクラッド324

の端面は、第 3 の実施の形態の欄で説明した方法のうち、ウエットエッチングを用いる方法にて加工することができる。具体的には、ウエットエッチングにおいて、エッチャントを構成する各成分の種類や濃度を調整することによって、コア 3 2 2 が選択的に除去できる条件にてエッチングを行なう。

#### 【0 1 4 5】

例えば、光ファイバ 3 2 0 が石英系光ファイバからなり、エッチャントとしてバッファフッ酸水溶液を用いる場合、このバッファフッ酸水溶液中のフッ化水素酸およびフッ化アンモニウムの濃度を調整することにより、コア 3 2 2 を選択的に除去することができる。

#### 【0 1 4 6】

具体的には、第 2 の実施の形態の欄でクラッドを除去する際に用いた水溶液を、各成分の割合を変えることにより用いることができる。

#### 【0 1 4 7】

##### [結合部の形成]

次いで、光ファイバ 3 2 0 のコア 3 2 2 の端面 3 2 2 a 上に結合部前駆体 3 4 0 a を形成する。本実施の形態において、結合部 3 4 0 を形成する方法は、第 3 の実施の形態において結合部 2 4 0 を形成する方法と同様である。また、結合部前駆体 3 4 0 a の材質は、第 1 の実施の形態で示した結合部前駆体 1 4 0 a (図 4 参照) と同様の材質を用いることができる。

#### 【0 1 4 8】

具体的には、結合部 3 4 0 を形成するための液体材料からなる液滴を、光ファイバ 3 2 0 のコア 3 2 2 の端面 3 2 2 a に対して吐出して、図 1 6 に示すように、結合部前駆体 3 4 0 a をコア 3 2 2 の端面 3 2 2 a 上に形成する。次いで、コア 3 2 2 の端面 3 2 2 a と光素子 1 0 0 の光学面 1 8 0 (図 1 5 参照) とを対向させた状態で、コア 3 2 2 の端面 3 2 2 a と光学面 1 8 0 との間が所定の距離になるように近接させ、結合部前駆体 3 4 0 a と光学面 1 8 0 とを接触させる。この状態で、結合部前駆体 3 4 0 a にエネルギーを付加して、結合部前駆体 3 4 0 a を硬化させる。これにより、結合部 3 4 0 を形成する。以上により、光素子 1 0 0 と光ファイバ 3 2 0 との結合構造 (結合ユニット 4 0 0 0) が得られる (図

1 5 参照)。

【0 1 4 9】

### 3. 作用効果

本実施の形態の光素子と光ファイバとの結合構造および結合方法によれば、第 1 の実施の形態の結合構造および結合方法と同様の作用効果を有する。

【0 1 5 0】

さらに、本実施の形態の光素子と光ファイバとの結合構造および結合方法によれば、図 1 5 に示すように、光ファイバ 3 2 0 の端部において、クラッド 3 2 4 がコア 3 2 2 を覆っていない。すなわち、コア 3 2 2 とクラッド 3 2 4 とで凹部 3 6 0 が構成されている。結合部 3 4 0 はこの凹部 3 6 0 に設けられているため、結合部 3 4 0 を確実に固定することができる。その結果、歩留まりが高い結合構造を得ることができる。

【0 1 5 1】

(第 5 の実施の形態)

図 1 8 は、本発明を適用した第 5 の実施の形態の光モジュール 5 0 0 0 を模式的に示す図である。この光モジュール 5 0 0 0 は、光素子 1 0 と、半導体チップ 2 0 と、第 3 の実施の形態の光ファイバ 2 2 0 (図 8 参照) とを含む。

【0 1 5 2】

本実施の形態の光モジュール 5 0 0 0 は、図 1 8 に示すように、光素子 1 0、光ファイバ 2 2 0、および結合部 2 4 0 からなる結合構造を含む。すなわち、光素子 1 0 と光ファイバ 2 2 0 とが結合部 2 4 0 を介して接合されている。

【0 1 5 3】

この光モジュール 5 0 0 0 は、第 3 の実施の形態の結合構造 (結合ユニット 3 0 0 0) と同様の結合構造を含む。具体的には、光ファイバ 2 2 0 および結合部 2 4 0 (図 1 8 参照) は、第 3 の実施の形態の結合ユニット 3 0 0 0 (図 8 参照) に含まれるものと同様の構成を有する。また、第 3 の実施の形態の結合ユニット 3 0 0 0 に含まれる光素子 1 0 0 (図 8 参照) のかわりに、本実施の形態の光モジュール 5 0 0 0 においては、図 1 8 に示すように、光素子 1 0 が設置されている。

**【0154】**

なお、この光モジュール5000において、光ファイバ220のかわりに、前述した変形例または他の実施形態で示されている光ファイバを用いてもよい。

**【0155】****1. 光モジュールの構造**

光素子10は、発光素子であっても受光素子であってもよい。発光素子の一例として面発光素子、特に面発光レーザを適用することができる。面発光レーザなどの面発光素子は、基板に対して垂直方向に光を発する。光素子10は、光学的部分12を有する。光素子10が発光素子であるときは、光学的部分12は発光部であり、光素子10が受光素子であるときは、光学的部分12は受光部である。また、光学的部分12には光学面12aが設けられている。

**【0156】**

光素子10は、結合部240を介して光ファイバ220と接合されている。また、光学的部分12は、光ファイバ220のコア222と対向する位置に設置されている。また、本実施の形態では、光学的部分12は、半導体チップ20の穴28と対向している。

**【0157】**

光素子10は、少なくとも1つ（一般的には2つまたはそれ以上）の電極を有する。例えば、光素子10において、光学的部分12が形成された面に、第1の電極14が設けられていてもよい。なお、複数の第1の電極14のうち、少なくとも一つがダミー電極であってもよい。ダミー電極は、第1の電極14と同じ材料で形成してもよいが、光素子10の内部には電氣的に接続されていないものである。例えば、全てを直線で結んで三角形以上の多角形を描く位置に、第1の電極14を形成し、そのうちの少なくとも一つがダミー電極であってもよい。こうすることで、光素子10を3点以上の箇所安定して支持することができる。

**【0158】**

また、光素子10において、第1の電極14が設けられた面とは別の面に、第2の電極16が設けられていてもよい。光素子10が面発光レーザなどの半導体レーザであるときは、光素子10において、第1の電極14が設けられた面とは

反対側の面に第2の電極16が設けられてもよい。

#### 【0159】

半導体チップ20は、光素子10を駆動するためのものである。半導体チップ20には、光素子10を駆動するための回路が内蔵されている。半導体チップ20には、内部の回路に電氣的に接続された複数の電極（またはパッド）22が形成されている。電極22が形成された面に、少なくとも一つの電極22に電氣的に接続した配線パターン24が形成されることが好ましい。

#### 【0160】

半導体チップ20と光素子10とは、電氣的に接続されている。例えば、光素子10の第1の電極14と、半導体チップ20上に形成された配線パターン24と、を電氣的に接続する。接続には、ワイヤなどを使用してもよいが、ろう材の一例であるハンダ26などによる金属接合や異方性導電材料（膜）を介して、第1の電極14と配線パターン24とを接合してもよい。この場合、光素子10は、半導体チップ20に対してフェースダウン実装される。この構成によれば、ハンダ26によって、電氣的な接続を行えるのみならず、光素子10と半導体チップ20とを固定することができる。なお、第1の電極14のうち、ダミー電極となるものも、配線パターン24に接合することが好ましい。こうすることで、光素子10を安定した状態で半導体チップ20上に固定することができる。

#### 【0161】

また、光素子10の第2の電極16と、配線パターン24とが電氣的に接続されている。接続には、ワイヤ27を使用したり、導電ペーストを第2の電極16から配線パターン24まで設けてもよい。

#### 【0162】

光素子10と半導体チップ20との間には、アンダーフィル材40を設けてもよい。アンダーフィル材40は、光素子10と半導体チップ20との電氣的な接続部分を覆って保護するとともに、光素子10および半導体チップ20の表面も保護する。さらに、アンダーフィル材40は、光素子10および半導体チップ20の接合状態を保持する機能を有する。

#### 【0163】

また、アンダーフィル材 40 はさらに、結合部 240 と光ファイバ 220 との間を固定する封止材としての機能を有する。アンダーフィル材 40 の屈折率は、光ファイバ 220 のコア 222 の屈折率および結合部 240 の屈折率よりも小さいことが望ましい。これにより、コア 222 および結合部 240 内を伝搬する光を閉じ込めるクラッドとしての機能を、アンダーフィル材 40 に付与することができる。

#### 【0164】

さらに、結合部 240 の屈折率は、コア 222 の屈折率と同一であることが望ましく、アンダーフィル材 40 の屈折率は、クラッド 224 の屈折率と同一であることがより望ましい。すなわち、この場合、結合部 240 およびアンダーフィル材 40 にそれぞれ、光ファイバのコアおよびクラッドと同一の機能を付与することができる。

#### 【0165】

半導体チップ 20 には、穴（例えば貫通穴）28 が形成されていてもよい。穴 28 には、コア 222 の端面 222a に結合部 240 が設置された光ファイバ 220 が挿入される。穴 28 は、内部の回路を避けて、電極 22 が形成された面からその反対側の面に至るまで形成されている。穴 28 の少なくとも一方の開口端部には、テーパ 29 が形成されていることが好ましい。テーパ 29 を形成することで、穴 28 に光ファイバ 220 を挿入しやすくなる。

#### 【0166】

半導体チップ 20 は、基板 42 に取り付けられていてもよい。詳しくは、半導体チップ 20 は、接着剤 44 を介して基板 42 に貼り付けられていてもよい。基板 42 には、穴 46 が形成されている。穴 46 は、半導体チップ 20 の穴 28 と連通する位置に形成されている。半導体チップ 20 と基板 42 とを接着する接着剤 44 は、2つの穴 28、46 の連通を妨げないように、これらを塞がないように設けられる。基板 42 の穴 46 は、半導体チップ 20 とは反対側の方向に内径が大きくなるように、テーパが付された形状になっている。これにより、光ファイバ 220 を挿入しやすくなっている。

#### 【0167】



基板 42 は、樹脂、ガラスまたはセラミックなどの絶縁性を有する材料から形成されてもよいが、金属などの導電性を有する材料から形成されてもよい。基板 42 が導電性の材料からなるときには、少なくとも半導体チップ 20 が取り付けられる面に、絶縁膜 43 を形成することが好ましい。なお、以下の実施の形態でも、基板 42 として同様の材料を用いることができる。

#### 【0168】

また、基板 42 は、高い熱伝導性を有することが好ましい。これによれば、基板 42 が、光素子 10 および半導体チップ 20 の少なくとも一方の熱の発散を促進する。この場合、基板 42 はヒートシンクまたはヒートスプレッドである。本実施の形態では、半導体チップ 20 が基板 42 に接着されているので、直接的には半導体チップ 20 を冷却することができる。なお、半導体チップ 20 と基板 42 とを接着する接着剤 44 は、熱伝導性を有することが好ましい。さらに、半導体チップ 20 が冷却されるので、半導体チップ 20 に接合された光素子 10 も冷却される。

#### 【0169】

基板 42 には、配線パターン 48 が設けられている。また、基板 42 には、外部端子 50 が設けられている。本実施の形態では、外部端子 50 はリードである。基板 42 に形成された配線パターン 48 は、例えばワイヤ 52 を介して、半導体チップ 20 の電極 22、半導体チップ 20 上に形成された配線パターン 24、光素子 10 の第 1 または第 2 の電極 14、16 のうち、少なくとも一つと電氣的に接続される。また、配線パターン 48 は、外部端子 50 と電氣的に接続されてもよい。

#### 【0170】

光ファイバ 220 は、半導体チップ 20 の穴 28 に挿入されている。光素子 10 の光学面 12a は、半導体チップ 20 の穴 28 に対向している。したがって、穴 28 に挿入された光ファイバ 220 は、光学面 12a に対して位置合わせされた状態となる。

#### 【0171】

光ファイバ 220 は、基板 42 の穴 46 にも挿通されている。穴 46 は、半導

体チップ 20 の穴 28 に向けて徐々に内径が小さくなっており、半導体チップ 20 とは反対側の面では、穴 46 の開口の内径は、光ファイバ 220 よりも大きくなっている。光ファイバ 220 と穴 46 の内面との間の隙間は、樹脂などの充填材 54 で埋めることが好ましい。充填材 54 は、光ファイバ 220 を固定して抜け止めを図る機能も有する。

#### 【0172】

本実施の形態では、光素子 10 および半導体チップ 20 が、樹脂 56 で封止されている。樹脂 56 は、光素子 10 と半導体チップ 20 との電氣的な接続部分や、半導体チップ 20 と基板 42 に形成された配線パターン 48 との電氣的な接続部分も封止する。

#### 【0173】

##### 2. 作用効果

本実施の形態の光モジュール 5000 によれば、光素子 10 と光ファイバ 220 とが、結合部 240 を介して接合されていることにより、光ファイバと光素子との間に別途レンズが設けられた一般的な光モジュールと比較して、装置の簡素化、小型化および低コスト化を図ることができる。

#### 【0174】

また、光ファイバと光素子との間に別途レンズが設けられた一般的な光モジュールと比較して、結合部 240 を介して光素子 10 と光ファイバ 220 との間で光を確実に伝達することができる。

#### 【0175】

##### (第 6 の実施の形態)

図 19 は、本発明を適用した実施の形態の光伝達装置を示す図である。光伝送装置 90 は、コンピュータ、ディスプレイ、記憶装置、プリンタ等の電子機器 92 を相互に接続するものである。電子機器 92 は、情報通信機器であってもよい。光伝送装置 90 は、ケーブル 94 の両端にプラグ 96 が設けられたものであってもよい。ケーブル 94 は、その一端または両端に、第 1 の実施の形態の光素子 100 と光ファイバ 120 との結合構造（結合ユニット 1000，図 1 参照）を含むことができる。プラグ 96 は、半導体チップ 20 を内蔵する。光ファイバ 1

2 0 と、光素子 1 0 0 または半導体チップ 2 0 との取り付け状態は、上述した通りである。なお、第 1 の実施の形態の光素子 1 0 0 と光ファイバ 1 2 0 との結合構造のかわりに、前述した変形例または他の実施形態の結合構造を用いてもよい。

#### 【0 1 7 6】

光ファイバ 1 2 0 の一方の端部に接続される光素子 1 0 0 は、発光素子である。一方の電子機器 9 2 から出力された電気信号は、発光素子である光素子 1 0 0 によって光信号に変換される。光信号は光ファイバ 1 2 0 を伝わり、他方の光素子 1 0 0 に入力される。この他方の光素子 1 0 0 は、受光素子であり、入力された光信号が電気信号に変換される。電気信号は、他方の電子機器 9 2 に入力される。こうして、本実施の形態の光伝達装置 9 0 によれば、光信号によって、電子機器 9 2 の情報伝達を行うことができる。

#### 【0 1 7 7】

(第 7 の実施の形態)

図 2 0 は、本発明を適用した実施の形態の光伝達装置の使用形態を示す図である。光伝達装置 9 0 は、電子機器 8 0 間を接続する。電子機器 8 0 として、液晶表示モニターまたはデジタル対応の C R T (金融、通信販売、医療、教育の分野で使用されることがある。)、液晶プロジェクタ、プラズマディスプレイパネル (P D P)、デジタル T V、小売店のレジ (P O S (Point of Sale Scanning) 用)、ビデオ、チューナ、ゲーム装置、プリンタ等が挙げられる。

#### 【0 1 7 8】

本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成 (例えば、機能、方法および結果が同一の構成、あるいは目的および結果が同一の構成) を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成または同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合構造を模式的に示す側面図である。

【図 2】 第 1 の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合方法の一工程を模式的に示す図である。

【図 3】 第 1 の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合方法の一工程を模式的に示す図である。

【図 4】 第 1 の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合方法の一工程を模式的に示す図である。

【図 5】 第 2 の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合構造を模式的に示す側面図である。

【図 6】 第 2 の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合方法の一工程を模式的に示す図である。

【図 7】 第 2 の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合方法の一工程を模式的に示す図である。

【図 8】 第 3 の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合構造を模式的に示す側面図である。

【図 9】 図 8 に示す光ファイバの製造工程の一例を模式的に示す図である。

【図 1 0】 図 8 に示す光ファイバの製造工程の一例を模式的に示す図である。

【図 1 1】 第 3 の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合方法の一工程を模式的に示す図である。

【図 1 2】 第 3 の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合構造の一変形例を模式的に示す図である。

【図 1 3】 図 1 2 に示す一変形例たる光素子と光ファイバとの結合方法を模式的に示す図である。

【図 1 4】 第 3 の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合構造の一変形例を模式的に示す図である。

【図 1 5】 第 4 の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合構造を模

式的に示す側面図である。

【図 16】 第 4 の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合方法の一工程を模式的に示す図である。

【図 17】 図 17 (a) は、第 1 の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合構造の一変形例を模式的に示す図であり、図 17 (b) は、第 1 の実施の形態に係る光素子と光ファイバとの結合構造の別の一変形例を模式的に示す図である。

【図 18】 本発明を適用した第 5 の実施の形態に係る光モジュールを模式的に示す図である。

【図 19】 本発明を適用した第 6 の実施の形態に係る光伝達装置を模式的に示す図である。

【図 20】 本発明を適用した第 7 の実施の形態に係る光伝達装置の使用形態を模式的に示す図である。

【符号の説明】

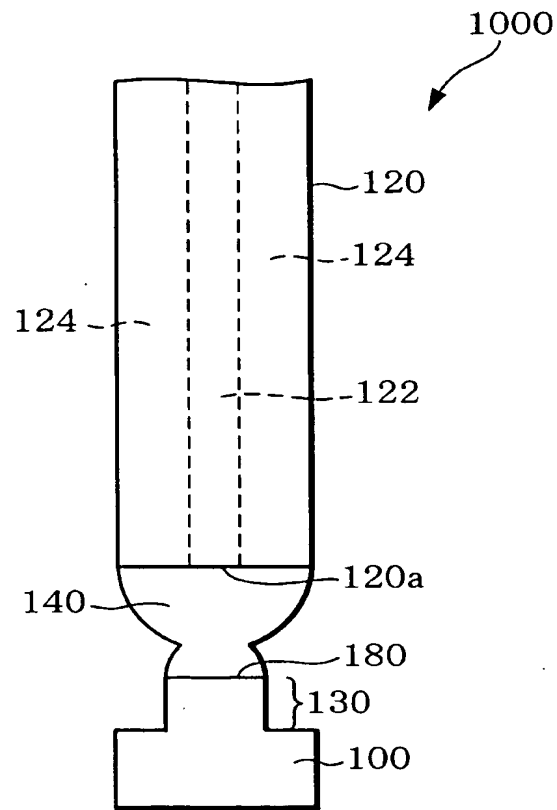
10 光素子、 12 光学的部分、 12a 光学面、 14 第 1 の電極、  
16 第 2 の電極、 20 半導体チップ、 21 凹部、 22 電極、  
24 配線パターン、 26 ハンダ、 27 ワイヤ、 28 穴、 29  
テーパ、 32 先端面、 40 アンダーフィル材、 42 基板、 43  
絶縁膜、 44 接着剤、 46 穴、 48 配線パターン、 50 外部  
端子、 52 ワイヤ、 54 充填材、 56 樹脂、 90 光伝送装置、  
80, 92 電子機器、 94 ケーブル、 96 プラグ、 100 光素子  
、 110 インクジェットヘッド、 112 インクジェットノズル、 11  
3 エネルギー、 120, 220, 320 光ファイバ、 120a 光ファ  
イバの端面、 122, 222, 322 コア、 124, 224, 324 ク  
ラッド、 130 柱状部、 140, 240, 340, 740, 940 結合  
部、 140a, 140x, 140y, 840a 結合部前駆体、 140b 液  
滴、 180 光学面、 213 紫外線、 222a, 222b, 322a  
コアの端面、 224a, 324a クラッドの端面、 226 封止材、 2  
30 エッチャント、 232 液体、 260 凸部、 360 凹部、 1

0 0 0, 1 1 0 0, 2 0 0 0, 3 0 0 0, 3 1 0 0, 3 2 0 0, 3 3 0 0, 4 0  
0 0 結合ユニット、 5 0 0 0 光モジュール

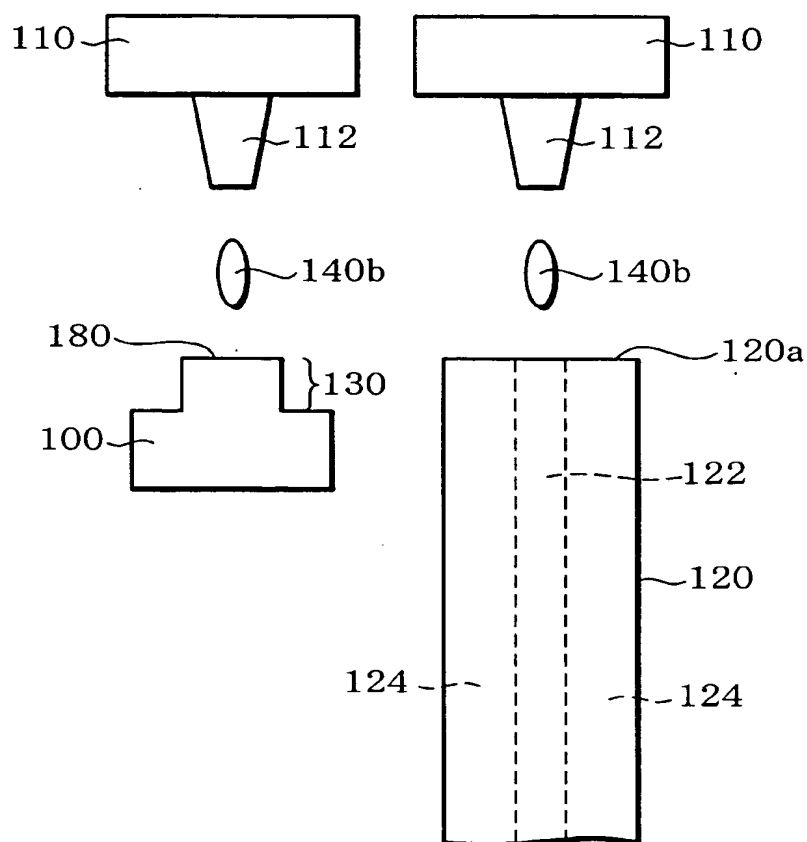
【書類名】

図面

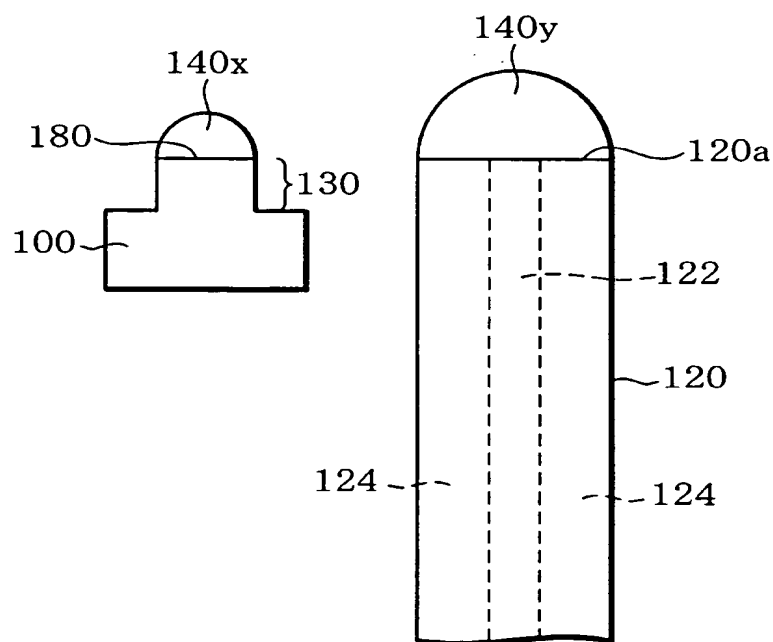
【図 1】



【図 2】

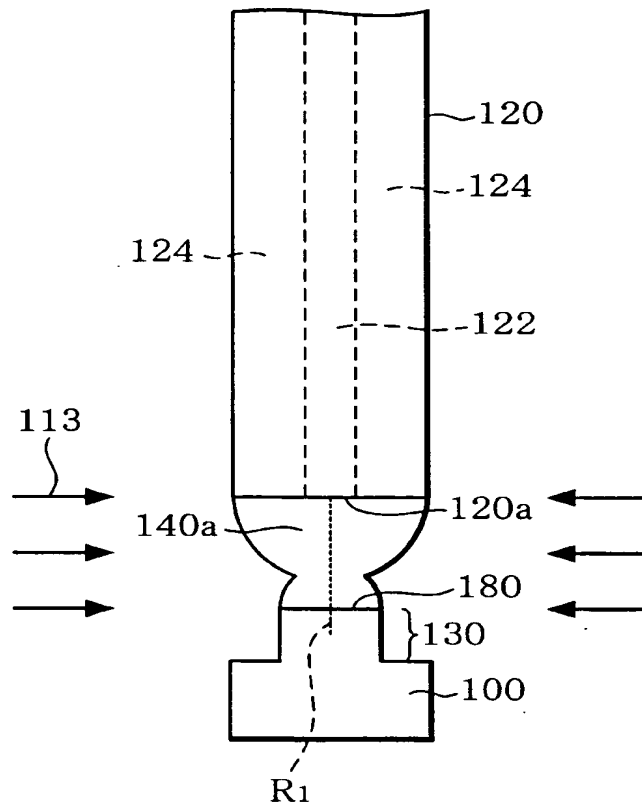


【図 3】

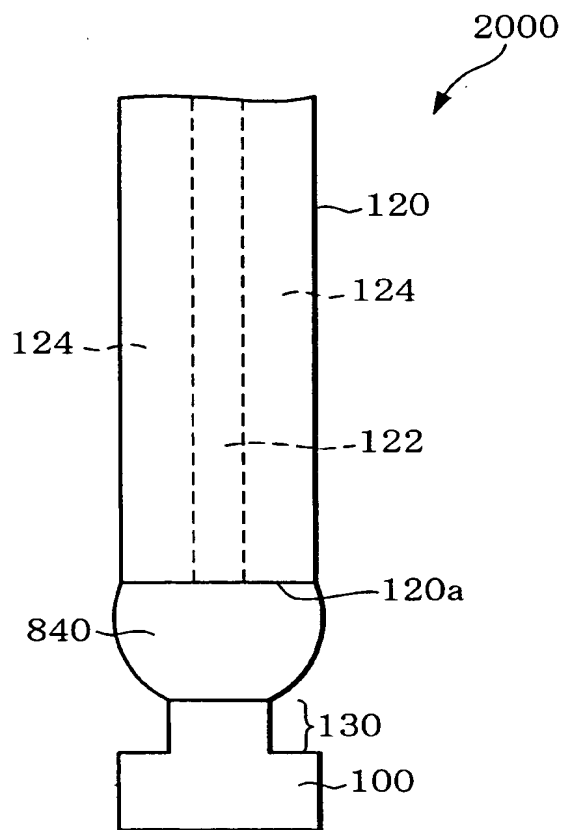




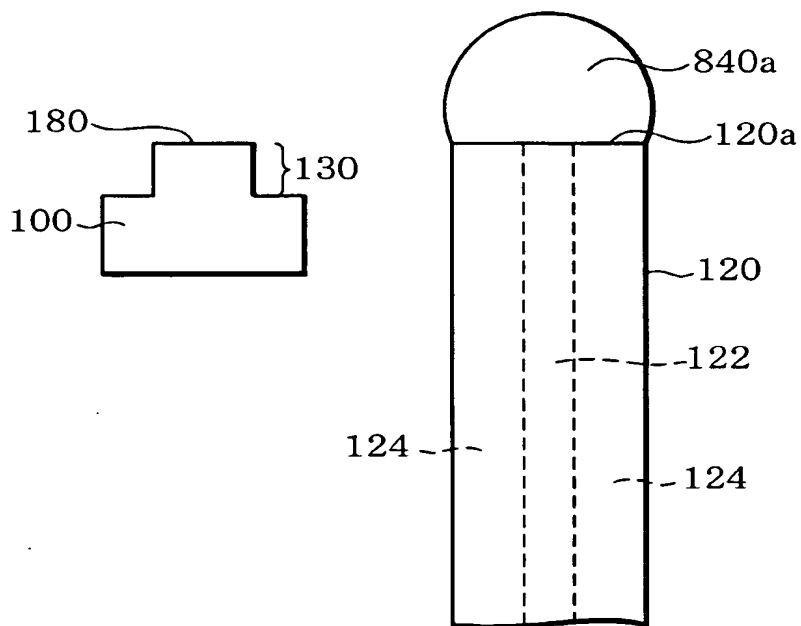
【図 4】



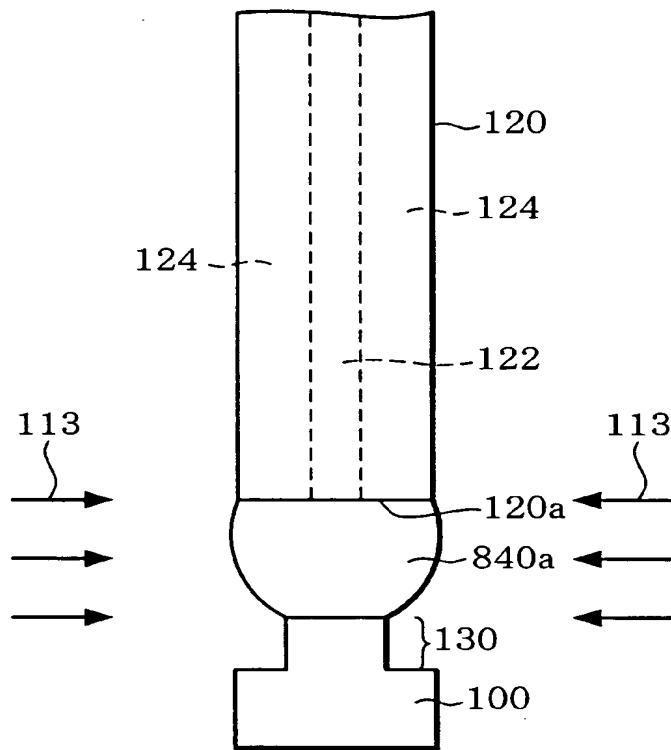
【図 5】



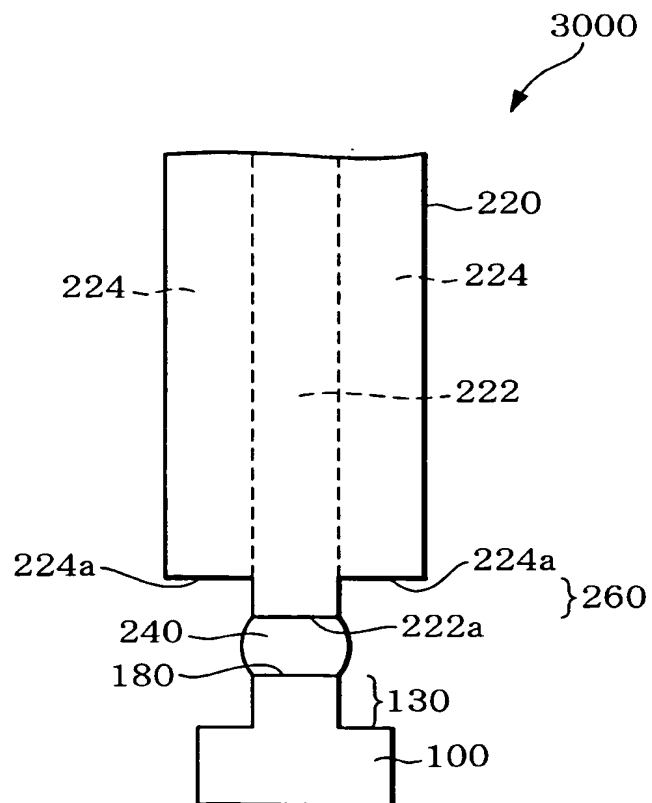
【図 6】



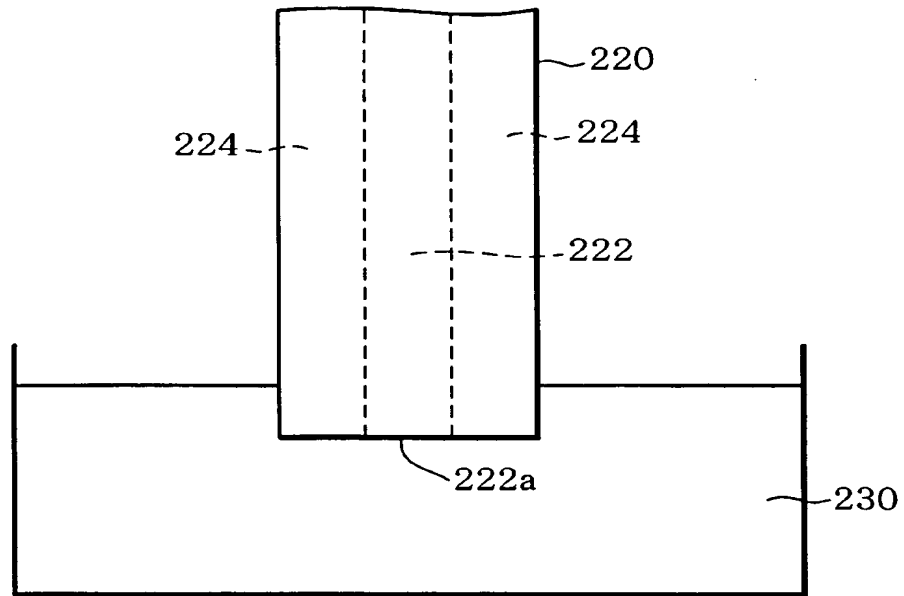
【圖 7】



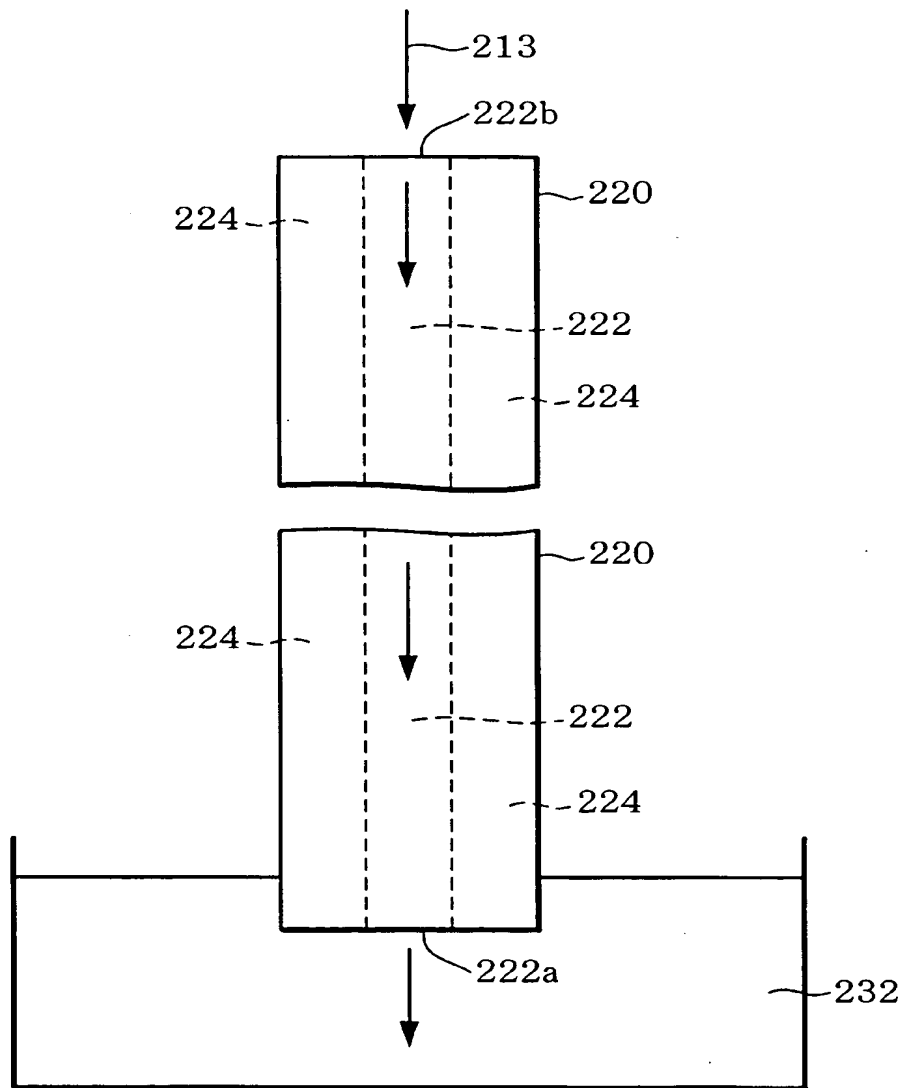
【図 8】



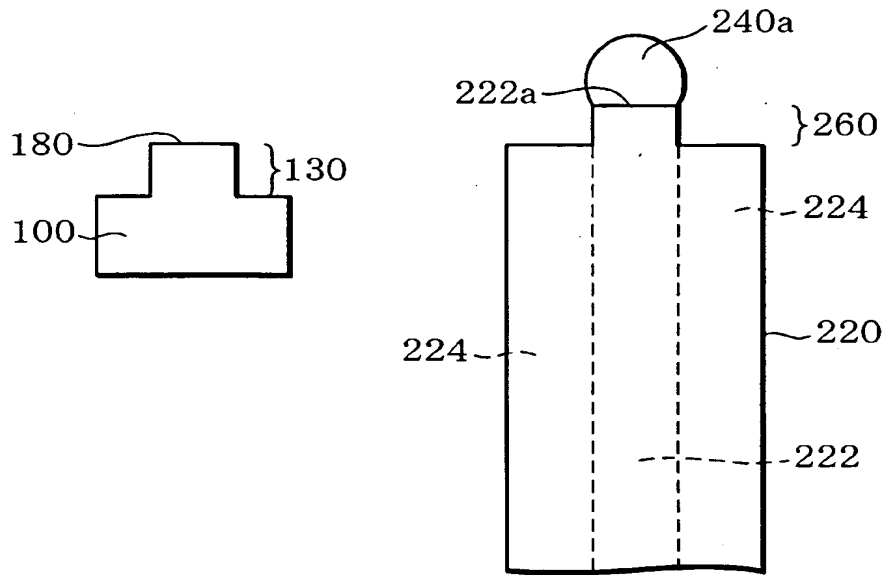
【図 9】



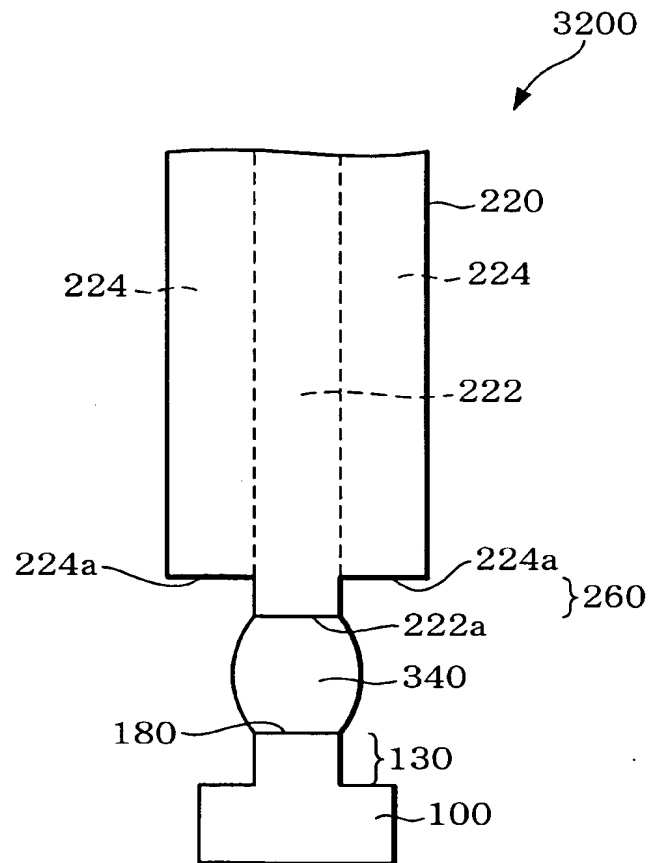
【図 10】



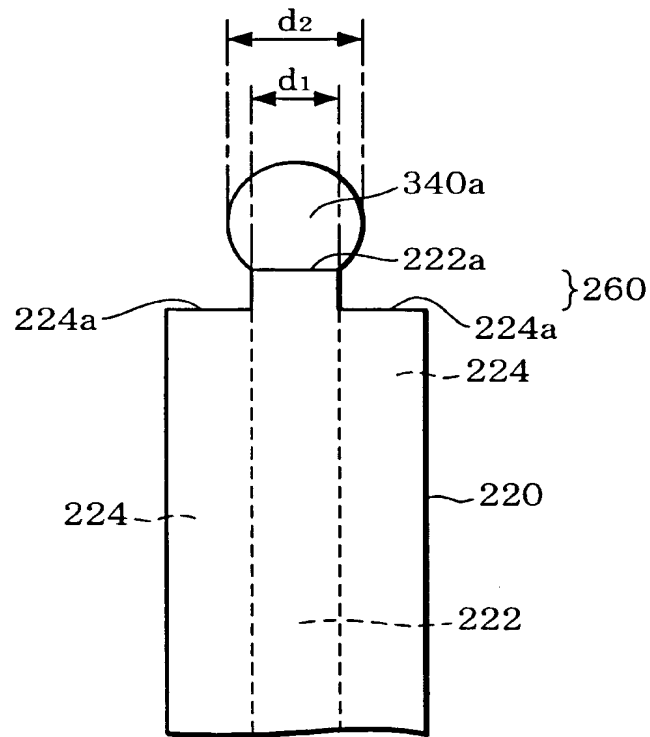
【図 11】



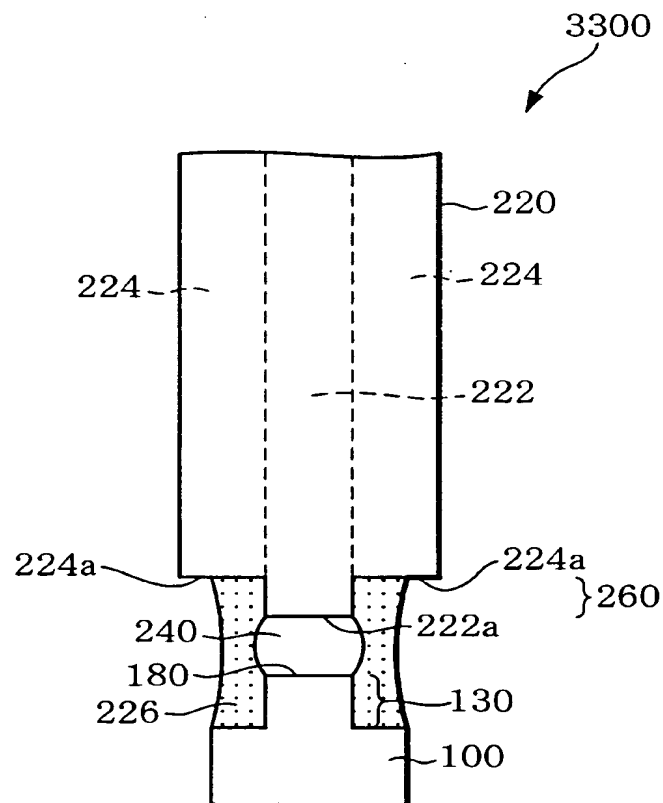
【図 12】



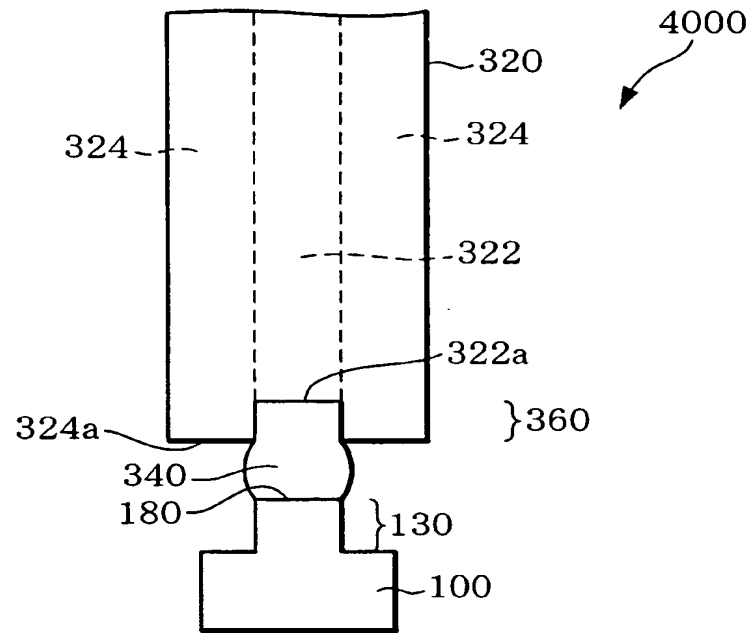
【図 13】



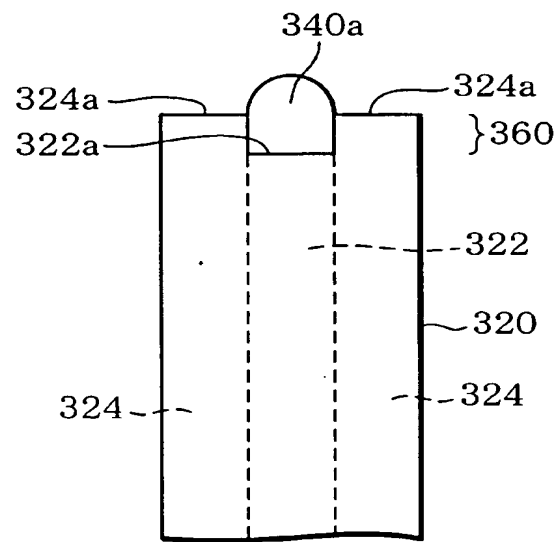
【図 14】



【図 15】

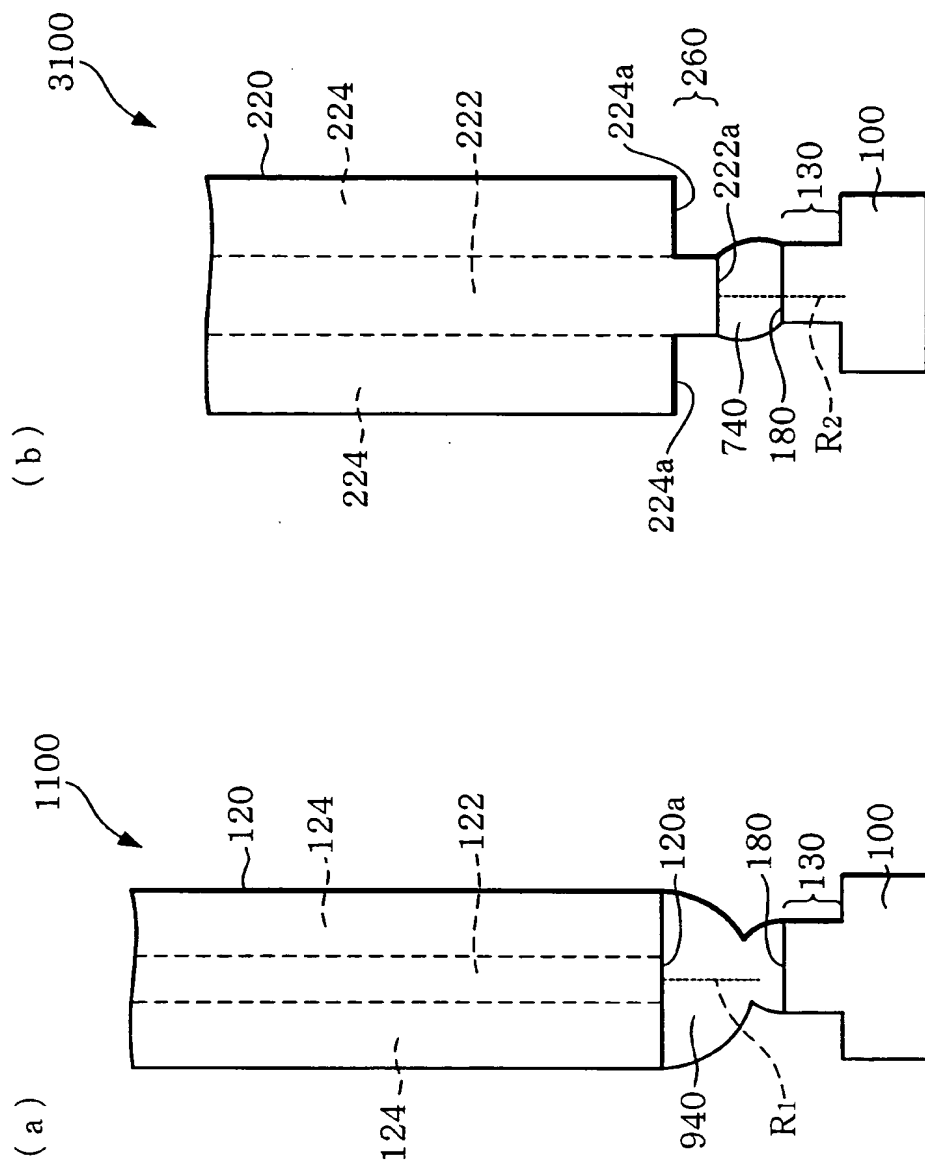


【図 16】

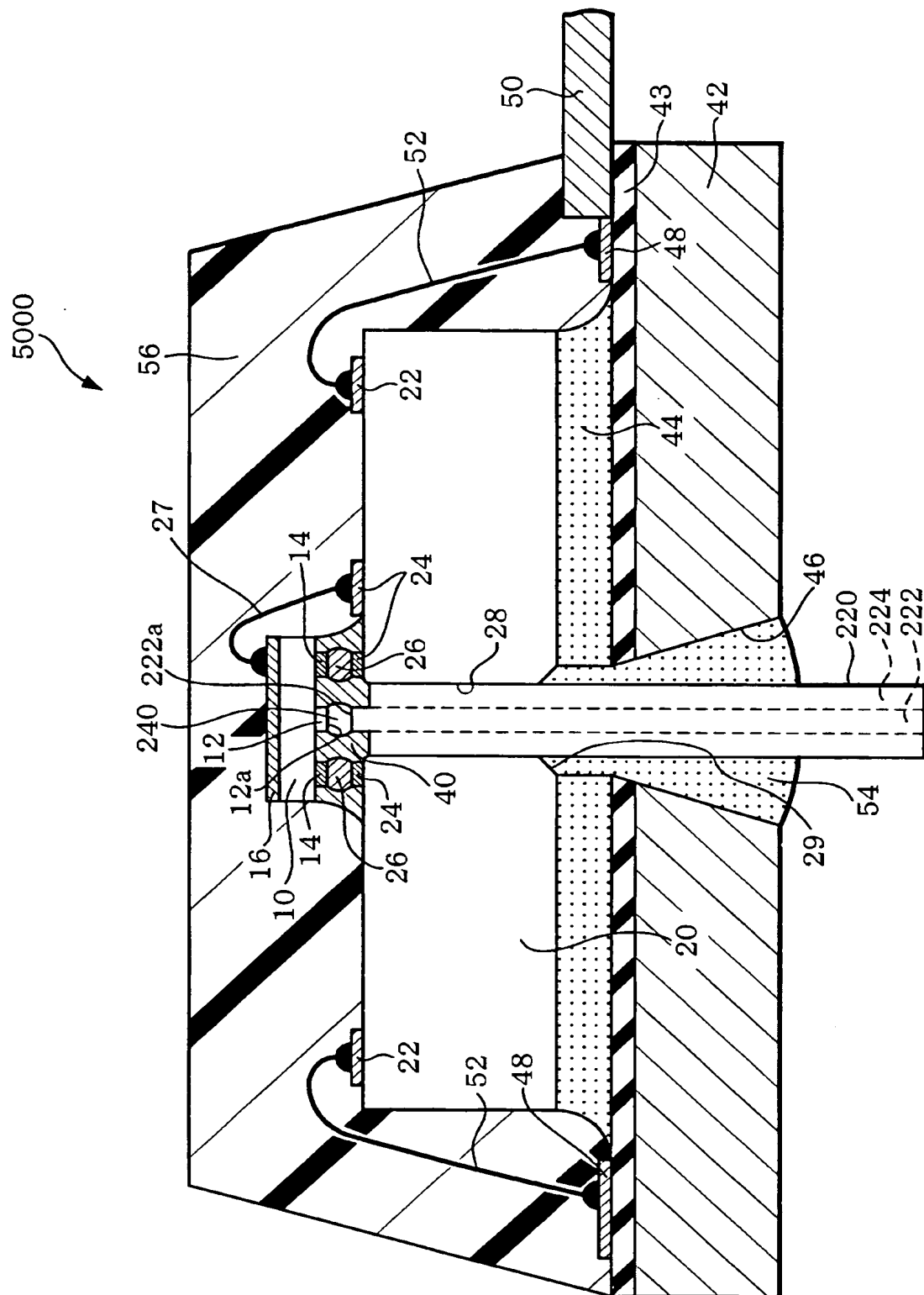




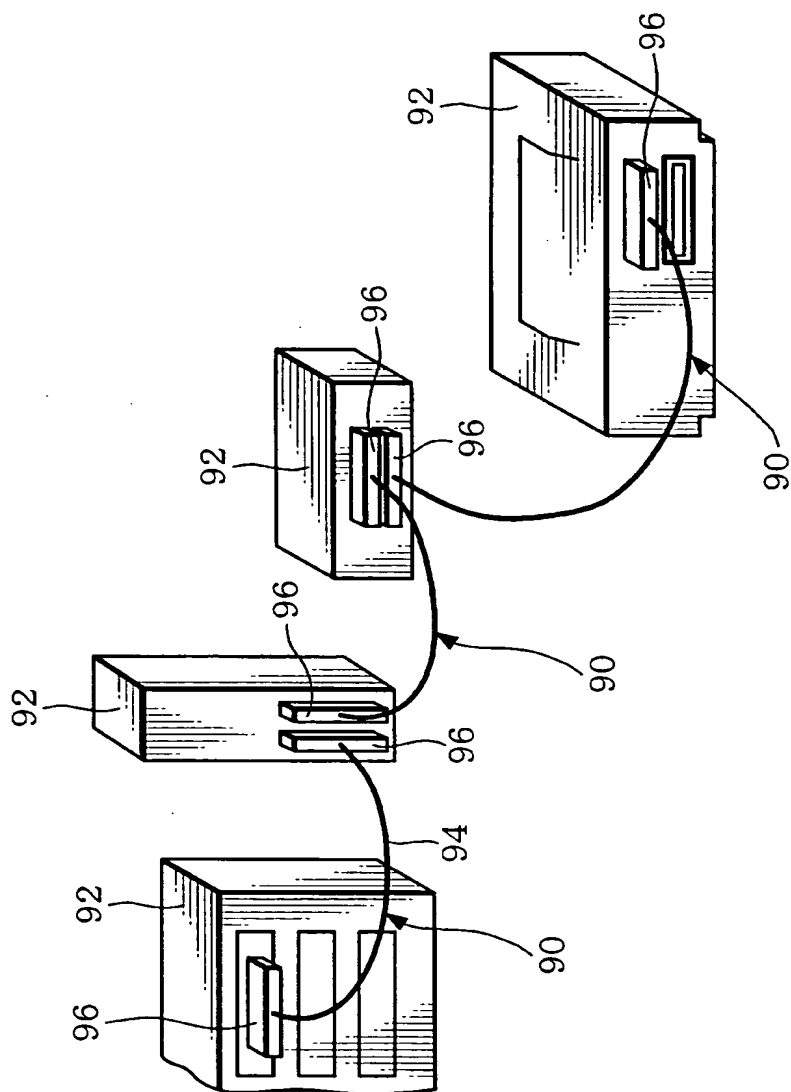
【図 17】



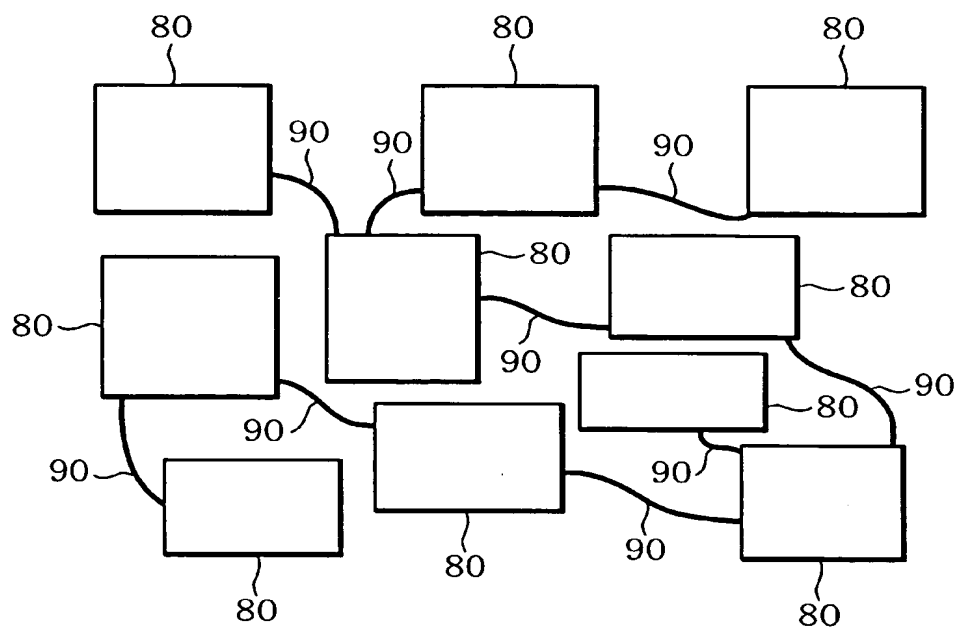
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 安価であり、かつ、光素子と光ファイバとの間の光の伝達を確実に行なうことが可能な、光素子と光ファイバとの結合構造を提供する。

【解決手段】 本発明の光素子と光ファイバとの結合構造 1000 は、光学面 180 を含む光素子 100 と、光ファイバ 120 と、光ファイバ 120 の端面 120a および光学面 180 に接合された結合部 140 と、を含む。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 3 2 4 0 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 3 6 9 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社